

Elektricität (Luft-Elektricität) gehört; 2) Elektr. durch Temperatur-Veränderung (Pyro- oder Thermo-Elektricität); 3) Elektr. durch wechselseitige Berührung verschiedenartiger Körper (Berührungs-, Contact- oder, nach ihrem Entdecker Galvani, Galvanische Elektricität); 4) Elektr. durch Druck oder Pressung; 5) Elektr. durch gewaltsame (mechanische) Trennung der Theile fester Körper*); 6) Elektr. durch Reibung (Reibungs- oder Maschinen-Elektricität); 7) Elektr. durch den animalischen Lebensproceß (thierische od. organische Elektricität); und 8) Elektr. durch magnetische Einwirkung (Magnet- oder Induktions-Elektricität). — Reibung ist die gewöhnlichste und am längsten bekannte, Berührung ungleichartiger Körper die ergiebigste und wegen ihrer magnetischen Ausserungen gegenwärtig die wichtigste Quelle der Elektricität. Mit Betrachtung dieser beiden Arten elektrischer Erregung soll daher begommen, und in diese die Erläuterung der zum Verständniß des Wechselverhältnisses zwischen Elektricität und Magnetismus erforderlichen Gesetze, nach welchen die Elektricität wirkt, eingeschlossen werden. — Die Erörterung der durch Temperatur-Verschiedenheit, so wie durch Magnetismus und Induktion überhaupt erzeugten Elektricitäten ist, dem Plane dieser Schrift gemäß, besondern Hauptabschnitten (III. und V.) zugewiesen.

1. Die gemeine oder Reibungs-Elektricität (Maschinen-Elektricität.)

§. 3.

Entstehungsart derselben. Page's Elektrisirmaschine.

Reibt man eine trockene Glasröhre mit der warmen Hand oder mit einem wollenen Lappen, so wird sie elektrisch. Kleine leichte Körper, z. B. Papierschnitzel oder aus Hollundermark geschnittene Kügelchen, über die man sie hält, zieht sie abwechselnd an und stößt sie wieder ab. Reibt man die Röhre stärker und hält sie vor das Gesicht, so hat man die Empfindung, als würde dieses mit einem Spinnengewebe überzogen und es wird dabei ein schwacher Geruch,

*) Für 4 und 5 sind besondere Namen noch nicht vorhanden.

wie nach brennendem Phosphor, bemerklich. Nähert man der Röhre den Knöchel eines Fingers, so schlägt aus ihr ein knisternder Funke gegen diesen. Im Dunkeln ist damit zugleich ein phosphorisches Leuchten um die Röhre verbunden. Dieselben Erscheinungen erhält man, wenn man Siegellack, Bernstein, Colophonium, Schwefel, im Ofen getrocknetes Holz, Seidenband u. s. w. reibt. Bei trockner Witterung werden Schwefelblumen schon durch den geringen Grad von Reibung beim Fallen durch die Luft — und seidene Strümpfe durch die schwache Reibung beim Aus- und Anziehen elektrisch: sie verbreiten einen Lichtschein und blasen sich auf. Ein trocknes Menschenhaar, ein neues seidenes Band, durch die trockenen Finger gezogen, wird, elektrisch geworden, von dem Finger, den man nähert, angezogen. Wird bei heiterm Wetter (denn feuchte Luft verhindert, wegen ihres guten Fortleitungsvermögens für die Elektrizität, das Gelingen dieser Versuche, S. 4.) mit der Hand über den Rücken einer Käse oder eines Hundes aufwärts gestrichen: so sträuben sich die Haare dieser Thiere, werden von der Hand angezogen, und man hört ein eigenthümliches (im Dunkeln leuchtendes) Knistern, welches von den zwischen der Hand und dem geriebenen Felle entstehenden elektrischen Funken herrührt. Ähnliche Erfahrungen machen manche Menschen beim Kämmen ihrer Haare und beim Striegeln der Pferde.

In stärkerem Grade als an einer mit der Hand geriebenen Glasröhre lassen sich die hier aufgeführten elektrischen Phänomene an einer Elektrisirmaschine *) beobachten, die, so verschieden auch

*) Die Einrichtung der gewöhnlichen Elektrisirmaschinen ist zu bekannt, als daß eine ausführlichere Beschreibung derselben hier für nöthig erachtet werden könnte. In der neuesten und compendiösesten von Page ist der geriebene Körper eine äußerlich gefirniste, 6" lange und 4" weite Glasröhre AB (Fig. 1.), in welcher ein metallener mit amalgamirtem Leder umwundener Stempel D (mit Reibung an der innern Glaswand) auf- und abbewegt wird. Von der Mitte des Stempels geht eine kurze Glasröhre F ab, an der ein metallener Stern E, dessen Spitzen zur Einsaugung her durch die Reibung des Glases erzeugten Elektrizität bis an die Wand der Glasröhre reichen, befestigt ist. Als Conduktor dient ein kurzer sphäroidisch geformter Cylinder C von Metall, der an das vordere Ende der Glasröhre AB locker angeschraubt ist, und in welchen die von den Saugspitzen des Metallsternes aus dem geriebenen Glase aufgenommene

die Konstruktion derselben seit ihrer Erfindung abgeändert worden ist, im Wesentlichen immer aus einem nicht leitenden Körper (S. 4.), sey es eine Glasscheibe oder ein Glaszylinder, ein Stück Wollzeug oder Taffet besteht, der durch einen andern (das Reibzeug oder der Reiber genannt, gewöhnlich ein Kissen von Leder, das mit einem in den Apotheken vorräthigen Amalgam aus Zinn, Zink und Quecksilber bestrichen ist) mittelst schneller Drehung gerieben, und von dem die hierdurch in Bewegung gesetzte elektrische Flüssigkeit in einen auf Glasfäden isolirt stehenden (S. 4.) Leiter (Konduktor), der gewöhnlich ein überall wohl abgerundeter hohler Metallzylinder ist, abgeleitet und hier angesammelt wird. Bei der Umdrehung des geriebenen Körpers sieht man leuchtende Strahlenbüschel aus dem Konduktor gegen jenen strömen; kleine bewegliche Körper werden schon aus der Ferne her von dem Konduktor angezogen, dann wieder von ihm abgestoßen und, nachdem sie einen Leiter, z. B. den Tisch, berührt haben (S. 8.), aufs Neue von ihm angezogen. Die Empfindung, als würde das Gesicht mit einem Spinnennetz übersflogen, ist, wenn man sich dem Konduktor nähert, viel stärker und der Geruch nach Phosphor dabei viel deutlicher, als bei einer geriebenen Glasröhre. Bei An-

Elektricität mittelst einer langen feinen Drahtkette, die ihn mit dem Centrum des Sterns verbindet, übergeleitet wird. — Von Pelet sind ausführliche Untersuchungen über den möglichst größten Effekt angestellt worden, der durch Reibung des Glases an Elektrifizirmaschinen erreicht werden kann. Als Resultat derselben hat sich in Bezug auf Cylinder-Maschinen ergeben: 1) Daß die Zeit des Reibens auf die Elektricitäts-Erregung keinen Einfluß ausübt, indem sehr bald das Maximum der Elektricitäts-Menge in dem Glase erreicht wird, das sich dann bei fernerm Reiben constant bleibt. 2) Daß (bei trockener Luft) die elektr. Erregung des Glases durch vermehrte Geschwindigkeit des Reibens, so wie durch stärkeren Druck des Reibzeugs gegen das Glas und durch die Dicke, sowohl des Reibzeugs als auch des Glases (insofern dieses nur einseitig, an der Außenfläche des Cylinders, gerieben wird), nicht gesteigert wird. (Bei Scheibenmaschinen, wo das Glas auf beiden Seiten gerieben wird, ist bekanntlich die Wirksamkeit um so größer, je dünner das Glas ist). 3) Daß die Elektricitäts-Erregung von der Breite des Reibers nicht, wohl aber von der Krümmung desselben an der Gränze seiner Berührung mit dem Glaszylinder abhängig ist, indem das Glas um so stärker elektrisch wird je weniger gekrümmt die demselben zugekehrte Fläche der reibenden Substanz ist.

näherung eines abgerundeten Leiters, z. B. einer Metallkugel oder eines Fingerknöchels, bricht aus dem Conduktor ein leuchtender (und schmerzhafter) Funke hervor, der durch die rasche Vereinigung der aus den beiden Leitern gegen einander fahrenden entgegengesetzten Elektricitäten entsteht (§. 7. *), dessen Länge und Stärke von der Schlagweite der Maschine (§. 7.) abhängt und der bei großen Maschinen und bei günstiger Witterung gegen 20 und mehr Zoll lang seyn kann. Befestigt man auf dem Conduktor eine metallene Spitze, so strömt die Elektricität aus dieser unter einem knisternden Geräusch und in Gestalt eines blauröthlich leuchtenden Feuerbüschels aus, der ebenfalls durch die Vereinigung der durch das Reiben frei gewordenen Elektricität des Conduktors mit der entgegengesetzten Elektr. (der umgebenden Luft) entsteht und auf einem ihm entgegengehaltenen Körpertheile die Empfindung eines Anblasens, wie von einem leichten Winde, hervorbringt. Leitet man diesen elektrischen Strom auf die Zunge, so bekommt man einen säuerlichen Geschmack. Durch dieses Ausströmen der Elektricität, das man auf das Mannigfaltigste zu physikalischen Unterhaltungen, z. B. zur Bewegung kleiner Räder, benutzen kann und benutzt hat, wird der Conduktor allmählich seiner elektrischen Kraft beraubt. Dasselbe erfolgt auch, wenn man eine Metallspitze dem Conduktor nähert, wobei sich aber an der Spitze kein Lichtbüschel, sondern ein leuchtender Stern zeigt (§. 10. 1). Dieselben Erscheinungen bieten sich mit einiger Abweichung an dem Reibzeuge der Maschine dar, wenn dieses (auf Glas) isolirt steht. (§. 4.)

§. 4.

Verbreitung und Mittheilung der Elektricität. Leiter (Conduktoren) und Nichtleiter (Isolatoren). Halbleiter.

Metalle, Wasser und andere Feuchtigkeit enthaltende Substanzen, z. B. der menschliche Körper und nasses Holz, lassen sich nicht (wenigstens nicht so bequem und auf eine so merkliche Art) durch Reiben in den elektrischen Zustand versetzen, als z. B. Glas, Seide, Siegellack und die übrigen oben genannten Körper. Dagegen zeichnen jene sich vor diesen durch die Eigenthümlichkeit aus, daß sie, wenn man sie mit durch Reiben oder sonst elektrisch gewordenen Körpern in Berührung oder diesen auch nur nahe bringt, die Elektricität sehr leicht

von ihnen aufnehmen, längs ihrer Oberfläche fort leiten, und wenn man auf die gleich näher anzugebende Weise die weitere Ableitung der Elektrizität von ihnen verhütet, durch diese Aufnahme der Elektrizität, also durch Mittheilung, elektrisch werden; wo sie dann dieselben Erscheinungen hervorzubringen im Stande sind, die man an durch Reiben elektrisirten Körpern wahrnimmt. Man nennt diese, nicht durch Reiben, sondern nur durch Mittheilung elektrisirbaren Körper Leiter oder Conductoren der Elektrizität oder unelektrische (anelektrische) Körper; jene dagegen, wie Glas, Siegellack, welchen das Vermögen, die Elektrizität in sich aufzunehmen und fortzuleiten, abgeht, und deren natürliche Beschaffenheit verhindert, daß die ihnen mitgetheilte Elektrizität sich über ihre Oberfläche verbreitet — Nichtleiter, Isolatoren der Elektrizität oder, weil Elektrizität unmittelbar in ihnen sich erregen läßt, ursprünglich elektrische oder idioelektrische, auch wohl nur schlechthin elektrische Körper. Ein unelektrischer Körper oder Leiter der Elektrizität verbreitet, wenn er auch nur in Einem Punkte mit einem elektrisirten Körper berührt wird, die durch Mittheilung empfangene (und sich überall in's Gleichgewicht zu setzen strebende) Elektrizität gleichförmig auf seiner ganzen Oberfläche; ein Nichtleiter dagegen setzt dem Streben der Elektrizität nach Gleichgewichte Gränzen und nimmt, indem er sich selbst isolirt, die ihm mitgetheilte Elektrizität nur an der Stelle an, wo er mit dem elektrisirten Körper in Berührung kam, oder, wenn ursprüngliche Elektrizität in ihm erregt wurde, wo er gerieben worden ist, niemals aber an den übrigen Stellen seiner Ausdehnung. Tritt ferner ein Leiter nur an Einem Punkte mit einem andern Leiter in Verbindung, so verliert er sogleich die ihm mitgetheilte Elektrizität auf seiner ganzen Oberfläche; nicht so der Nichtleiter: dieser verliert, wenn er auch in seiner ganzen Ausdehnung elektrisch ist, durch die Berührung mit einem Leiter seine elektrische Kraft nur an der Stelle, wo dieser ihn berührte, weil seine nicht leitende Eigenschaft die Entziehung der Elektrizität von den übrigen Stellen aufhält. Einer durch Reiben elektrisirten Glasröhre kann daher ihre ganze Elektrizität nicht durch einmalige, sondern nur durch wiederholte Berührung an verschiedenen Stellen entzogen werden; sie läßt sich aber auch aus gleichem Grunde in den elektrischen Zustand bringen, während man sie mit der Hand hält, und ohne daß sie also von Leitern abgefondert

zu seyn braucht. Bei einem Leiter dagegen, z. B. einer Metallstange, die durch Mittheilung elektrisirt worden ist, erstreckt sich der Verlust ihrer Elektricität sogleich über die ganze Oberfläche, wenn sie auch nur an einer einzigen Stelle mit einem leitenden Körper in Berührung kommt; daher läßt sich dieselbe nicht durch Mittheilung elektrisiren, so lange sie mit einem leitenden Körper in Verbindung steht, z. B. wenn sie während des Versuches an dem einen Ende mit der (leitenden) Hand gehalten wird oder wenn sie durch eine kleine Erhabenheit oder eine spitzige Stelle, die sich auf ihr befindet, mit der Luft in leitender Gemeinschaft ist (S. 3.). — Ein Leiter, der durch Nichtleiter von andern Leitern abgefordert ist, so daß die ihm mitgetheilte Elektricität nach keiner Seite weiter sich verbreiten kann, z. B. eine Metallröhre, die in trockner Luft an seidenen Schnüren aufgehängt ist oder auf einem Fuße von Glas oder Siegellack ruht — heißt isolirt.

Unter den Elektricitäts-Leitern nehmen die Metalle im regulinischen Zustande (besonders das seiner Wohlfeilheit und seines guten Leitvermögens wegen für elektro-magnetische und magnet-electrische Versuche so wichtig gewordene Kupfer), und die Kohle (nach Volta, Leiter der ersten Klasse) den obersten Rang ein. Auf diese folgen Graphit (durch seinen Eisengehalt), verdünnte Luft, Säuren, Salz- und Kalilaugen, Wasser und alle andern Feuchtigkeit enthaltende Körper (Leiter der zweiten Klasse), z. B. die thierische Körper (vorzugsweise die Nerven), lebende Vegetabilien, die Erde, Schnee, Eis (bei einer Temperatur über -13° R.), Rauch, Dämpfe, feuchte Luft. Zu den Nichtleitern gehören, außer den S. 3. schon erwähnten Körpern: alle Verglasungen, die meisten Edelsteine, Harze, Wachs, Seide, Wolle, Haare, Federn, Papier, Fischbein, gedörrte Vegetabilien, Eis (wenn es unter -13° R. erkaltet ist) und ganz vorzüglich trockene Luft. Zwischen beiden Klassen stehen die Halbleiter, zu denen verrostetes Metall, halb trockenes Holz, zu viel Laugensalz oder Metalltheile enthaltendes Glas, Marmor, Wachstuch, Elfenbein, Knochen u. dgl. m. gerechnet werden *). — Unter ge-

*) Der hier gegebene Unterschied der Körper in elektrische und unelek-

wissen Umständen, namentlich bei Veränderungen ihrer Form, werden manche Nichtleiter ganz zu Leitern und umgekehrt manche Leiter zu Nichtleitern. Harz und Glas z. B. wird im Zustande des Schmelzens leitend. Kohle verliert im Zustande der Krystallisation, als Diamant, ihr Leitvermögen und wird zum Isolator. Eben so auch, wie wir eben sahen, Wasser, wenn es bei großer Kälte zu Eis erstarrt.

§. 5.

Schnelligkeit ihrer Bewegung.

Die Elektrizität bewegt sich bei ihrer Verbreitung mit fast unmeßbarer Geschwindigkeit und selbst noch schneller als das Licht (§. 99.*). Trotz des Widerstandes, den ihrer Bewegung selbst gute Leiter entgegensetzen (§. 4.*), ist diese für Meilen weite Entfernungen noch instantan zu nennen. Nach Wheatstone, dem es durch ein besonderes Verfahren gelang, die Schnelligkeit des elektrischen Stromes bei Entladung einer Leidner Flasche durch einen 2640 Fuß langen Kupferdraht zu messen, dessen Endpunkte er zugleich übersehen konnte, durchläuft sie gegen 288,000 Meilen in Einer Sekunde, während das Licht der Trabanten des Jupiters in derselben

trische gilt nicht in aller Strenge — indem bei gehöriger Vorrichtung auch Leiter durch Reiben elektrisch gemacht werden können; eine Metallstange z. B. durch Reiben mit einem seidnen Tuche, wenn sie während der Manipulation mit einer (isolirenden) Handhabe von Glas gehalten und dadurch die Ableitung der Elektrizität in die Hand verhütet wird; doch ist die Spannung der so erhaltenen Elektr. wegen ihrer sogleich erfolgenden Verbreitung auf der ganzen Oberfläche nur sehr schwach und nie so stark, als bei dem Reiben einer Glasröhre, wo die Elektr. immer nur an der Stelle haftet, an der sie erregt worden ist. Becquerel über die Erregung von Elektr. durch Reibung der Metalle mit Metallen, in *Annal. de chim.* 47. p. 116. Umgekehrt können auch Isolatoren durch Mittheilung elektrisirt werden, wenn man ihnen in allen Punkten Elektr. zuführt, z. B. dadurch, daß man diese mit Hilfe einer Spitze auf sie strömen läßt. — Eben so wenig giebt es absolute Leiter und Nichtleiter der Elektr.; denn auch die besten Leiter, die Metalle, setzen der Verbreitung der elektr. Flüssigkeit über ihre Masse einigen Widerstand entgegen, so wie gegenheils das Nichtleitungsvermögen der besten Isolatoren von starker Elektr. überwältigt wird und diese daher zu Leitern derselben werden können. Für sehr schwache Elektr. ist selbst ein Halbleiter schon ein vollkommener Isolator.

Zeit nur einen Raum von 191,515 Meilen zurücklegt. Dove und Moser, Repertor. d. Phys., Berl. 1838, Bd. 2. S. 16.

§. 6.

Einfluß der Gestalt der Leiter auf die Mittheilung der Electricität. Spannung (Tension) derselben.

Die Electricität dringt bei ihrer Fortleitung nicht merklich in die Masse des Leiters ein, sondern verbreitet sich nur auf seiner Oberfläche. Je dichter sie sich auf dieser anhäuft, desto größer wird ihre Spannung oder Tension (Intensität), desto leichter und in desto größerer Entfernung theilt sie sich einem andern Leiter mit. Am stärksten sammelt sie sich an Hervorragungen, Rändern und Spitzen des Leiters an. Auf der Fläche einer Kugel verbreitet sie sich hingegen ganz gleichmäßig, d. h. sie ist an allen Stellen derselben in gleicher Intensität vorhanden. Von einem Leiter in Kugelgestalt geht sie daher nicht so leicht an andere Leiter über, als von den Enden des längsten Durchmessers eines ellipsoidisch geformten Körpers, von den Ecken eines metallenen Würfels oder von einer Metallspitze, die man auf dem Leiter befestigt. Von letzterer fließt die angehäuften Electricität fortwährend und fast geräuschlos in große Weiten aus; weshalb an elektrischen Geräthschaften, z. B. an dem Conductor einer Elektrisirmaschine, alle Spitzen und selbst Staub, da dieser ebenfalls kleine Spitzen bildet, sorgfältig entfernt gehalten werden müssen. Es tritt dieses stille, nur mit einem leisen Blasen oder Wehen verbundene, Ausströmen der Electricität in der Gestalt eines Lichtpunktes oder Lichtinsels unter die Wahrnehmung des Auges (§. 10, 1). Sonst theilen Kugeln ihre Electricität um so leichter und um so weiter mit, je kleiner ihr Durchmesser ist. Denselben Einfluß übt die Form der Leiter auch auf die Aufnahme der Electricität aus. Spitzen und Hervorragungen nehmen sie leichter auf, als platte oder große kugelförmige Leiter. Darum wird das dem zerriebenen Glaskörper der Elektrisirmaschinen zugekehrte Ende des ersten Leiters mit kleinen Kugeln oder Spitzen (Saugspitzen) versehen *).

*) Gewöhnlicher Feuerschwamm (sowohl ein kleines spitziges Stückchen als auch ein rund über den Finger gespanntes Stück desselben) saugt die Electr. noch besser ein und leitet sie in weit größere Entfernung ab, als metallene Spitzen. Es lassen sich deshalb mit ihm auch keine Funken aus

§. 7.

Der elektrische Funke. Elektrische Schlagweite.

Wenn zwischen zwei Leitern, von denen der eine elektrisirt ist, ein schlechter Leiter, z. B. sehr reine trockene Luft, sich befindet: so erfolgt die Mittheilung der Elektricität von jenem auf diesen nicht eher, als bis die Elektricität in dem Grade sich angehäuft hat oder ihre Spannung so groß geworden ist, daß sie den Widerstand des isolirenden Mittels (der trockenen Luft) zu überwältigen vermag. Bei ihrem Uebergange zieht sich dann die Elektricität, um die möglichst kleine Menge des ihre Fortleitung unterbrechenden Hindernisses, hier der Luft, überwinden zu dürfen, sehr zusammen und durchbricht in diesem verdichteten Zustande diese (nicht mehr, wie bei dem Ausströmen aus Spitzen, geräuschlos und allmählich, sondern) gewaltsam und hörbar unter einem lauten Schalle und unter Entwicklung eines sehr intensiven Lichtes — oder bringt die bekannte Erscheinung eines elektrischen Funkens hervor, welcher in gewöhnlichen Fällen als ein gerader Strahl, bei starker Spannung der Elektricität aber und bei größerer Entfernung zwischen dem elektrischen und dem Körper, auf welchen er überschlägt, in zackenförmiger Gestalt erscheint. Die Entfernung, in welcher der Funke überspringt, nennt man die Schlagweite des elektrischen Körpers, und diese ist zum Theil von den im vorigen §. mitgetheilten Umständen abhängig. Auf abgerundete Leiter, z. B. auf eine Kugel, auf den Knöchel eines Fingers, schlägt nach diesen der Funke *) eines Conductors leichter über, als auf einen

einem Conductor ziehen. Die Ursache davon liegt in den feinen Fasern des Schwamms, welche sich bei der Annäherung an einen elektr. Körper emporrichten. Schwamm, der an seiner Außenfläche durch Nässe abgeglättet ist, zeigt dieses Verhalten nicht mehr. — Man darf sich übrigens nicht denken, daß bei dem Aufsaugen der Elektr. durch Spitzen und bei der Aufnahme der Elektr. überhaupt wirklich Elektricität in die Leiter übergeht, sondern diese geben zugleich auch von ihrer Elektr. ab und der Vorgang der elektrischen Mittheilung kommt durch Vereinigung der beiden sich entgegenkommenden Elektricitäten, die sich wie zwei entgegengesetzte Größen verhalten, zu Stande. (§. 8.)

) Wie das Aus- und Einströmen der Elektr. aus oder in Spitzen (§. 6.) beruht auch der elektr. Funke nicht auf einer einfachen Mittheilung der Elektr. von dem elektr. Körper an den ihm entgegengehaltenen: sondern er wird (nach dem fast allgemein angenommenen Systeme der Qua-

flachen Körper, z. B. eine ebene Metallfläche oder die vorgehaltene flache Hand. Haben die beiden Körper, zwischen denen der Funke entsteht, eine gleichförmig abgerundete Oberfläche, so erscheint der Funke gerade in der Mitte zwischen beiden, indem sich die entgegengesetzten Elektricitäten der beiden Körper auf halbem Wege begegnen und neutralisiren (§. 8.). Hat der Leiter, mit welchem man den Funken aus dem elektrischen Körper zieht, eine weniger abgerundete Fläche, als dieser, so zeigt sich der Funke jenem näher, weil er seine Elektricität schwerer fahren läßt. Ist er fast zu einer Ebene abgeflacht und zugleich der Durchmesser des elektrischen Körpers bis zu der Form einer stumpfen Spitze vermindert, so wird der Funke jener ganz nahe gebildet und wenn die Fläche völlig eben und die Spitze scharf ist, so verschwindet er ganz und die beiden entgegengesetzten Elektricitäten setzen sich erst auf jener selbst durch ihre Vereinigung ohne Schlag, nur von einer Lichtentwicklung an der Spitze

listen, dem auch wir hier folgen) durch die wechselseitige Anziehung der beiden Elektricitäten, des $+E$ des einen und des $-E$ des andern Körpers, gebildet, welche sich bei ihrem Begegnen in dem nicht leitenden Mittel, das die beiden Körper trennt, vereinigen und in's Gleichgewicht setzen (§. 8. und 20. 2). Nach der Theorie der Unitarier ist der Funke einfach, und bewegt sich von dem $+$ elektr. Körper zu dem $-$ elektrischen. Daß ein langer Funke, wie wir ihn z. B. im Blitz erblicken oder aus dem Conduktor einer großen Maschine ziehen, sich im *Blick* darstellt, ist aus dem eben Gesagten leicht erklärbar und kommt daher, daß die elektr. Materie bei Durchbrechung der schlecht leitenden Luft diese vor sich verdichtet, wodurch sie in ihrer geraden Bewegung einen größern Widerstand erfährt. Sie weicht daher seitwärts nach einer weniger dichten Stelle der Luft aus, wo sie wieder durch eine gleiche Verdichtung auf's Neue zur Seite gewiesen wird. Der eigenthümliche Knall, der jeden nur einigermaßen starken Funken begleitet, wird durch die Wiederausdehnung der vor dem Funken zusammengepreßten Luft hervorgebracht, wodurch die Luft umher in Schwingungen versetzt wird. Warum der elektr. Funke als ein zusammenhängender Strahl erscheint, da er doch im Grunde nur ein sich bewegender Punkt ist, ist aus der Schnelligkeit der Bewegung des elektrischen Fluidums erklärlich, vermöge welcher derselbe bereits an einer andern Stelle seiner Bahn unserm Blicke erscheint, ehe noch der Lichteindruck von der Stelle aus, wo er vorher unser Auge traf, in diesem verschwunden ist — analog der bekannten Erfahrung, daß ein Stück glühende Kohle, im Kreise rasch umhergeschwungen, ebenfalls nicht als einzelner Lichtpunkt, sondern als ein feuriger Kreis erscheint.

begleitet, mit einander in's Gleichgewicht. Die Farbe des elektrischen Funkens ist immer mehr oder weniger weiß und derselbe daher, wie das Sonnen- und Kerzenlicht, durch ein Glasprisma in die sieben Farben des farbigen Sonnenspektrums zerlegbar. Durch die Natur des Körpers, auf den er überschlägt, wird die Färbung desselben etwas abgeändert. Vollkommen weiß ist er nur, wenn er auf Metall schlägt; nimmt ihn die Hand auf, so spielt er in's Violete; in's Wasser schlagend ist er röthlich, in Wasserdünsten erscheint er gelb, in Alkohol- und Naphtha-Dünsten grün. Auch scheint auf die Verschiedenheit seiner Färbung die Intensität der elektrischen Spannung Einfluß zu haben, — und stets ist eine (violete) Stelle in dem Funken bemerkbar, die dunkler ist, als der übrige Theil desselben. *Wheatstone*, in den *Phil. Mag. Ser. III. Vol. 7. p. 299.*

Durch den luftverdünnten Raum geht die Electricität, da dieser ein guter Leiter ist (§. 4.), dem abendlichen Wetterleuchten oder dem Scheine des Nordlichts ähnlich, leicht und still hindurch, und verbreitet sich darin mit einem schönen, matten Lichtscheine, in welchem Strahlen von verschiedenem Glanze ausschieseln. Man nimmt im Dunkeln diese glänzende Erscheinung in dem luftleeren (Torricellischen) Raume eines gut ausgekochten Barometers wahr, wenn bei Bewegungen desselben durch Reibung des Quecksilbers gegen das Glas Electricität erregt wird.

§. 8.

Entgegengesetzte Electricitäten. Positive und negative oder Harz- und Glas-Electricität. Gesetz der elektrischen Anziehung und Abstoßung. Elektrische Pausen.

Wenn man zwei kleine Kügelchen von Hollundermark an seidenen Fäden (also isolirt) in einiger Entfernung von einander aufhängt, und man dem einen derselben eine durch Reiben elektrisirte Glasröhre nähert: so wird sich dieses sogleich daran hängen und, sobald es genug Electricität empfangen hat, wieder abgestoßen werden. Ganz dasselbe wird mit dem zweiten Kügelchen erfolgen, wenn man ihm eine durch Reiben elektrisirte Siegellackstange nahe bringt. Nähert man hingegen dem ersten Kügelchen, gleich nachdem es von der Glasröhre abgestoßen wurde, die geriebene Siegellackstange, so wird es schnell zu dieser hingezogen werden; so wie auch anderseits das zweite von

dem Siegellack abgestoßene Kügelchen von der Glasröhre angezogen werden wird, wenn man diese in seine Nähe bringt. Bringt man eins der beiden Kügelchen in gleiche Entfernung zwischen die Glasröhre und die Siegellackstange, so wird es abwechselnd von der einen abgestoßen und von der andern angezogen. Wendet man den Versuch weiter ab und berührt die zwei Kügelchen, nachdem man sie vorher einander so nahe gehängt hat, daß sie sich berühren, mit einer Glasröhre: so stoßen beide sich gegenseitig ab und fahren aus einander. Dasselbe ist auch der Fall, wenn man, nachdem sie, z. B. durch Berühren mit dem Finger, die ihnen mitgetheilte Electricität wieder verloren haben, dieselben statt der Glasröhre mit dem Siegellack berührt. Hängt man endlich die beiden Kügelchen nur wenig entfernt von einander und elektrisirt dann das eine mit Glas, das andere mit Siegellack: so ziehen sich beide, einander genähert, rasch an und bleiben eine Zeit lang zusammen hängen, worauf sie aus einander fallen und keine Spur von Electricität mehr zeigen. — Aus diesen Versuchen ergibt sich augenfällig, daß die Electricität (das elektrische Fluidum) aus zwei besonderen Stoffen besteht oder daß es zwei verschiedene Electricitäten giebt, welche einander entgegengesetzt sind, die aber eine gewisse Verwandtschaft zu einander haben, kraft deren sie sich wechselseitig anziehen. Man nannte sie vordem Glas- und Harz-Electricität, indem man glaubte, daß, weil man die eine dieser Electricitäten besonders aus geriebenem Glase, die andere aus geriebenem Siegellacke erhielt, jeder dieser Körper eine besondere Electricität besitzen müsse. Allein, da man aus Glas wie aus Harz und überhaupt aus allen Körpern, nach Verschiedenheit des Stoffes, mit dem sie gerieben werden, beide Arten von Electricitäten entwickeln kann (§. 9.), die Benennungen Glas-Electr. und Harz-Electr. folglich die entgegengesetzten elektrischen Zustände nicht richtig bezeichnen, diese sich aber wie entgegengesetzte Kräfte zu einander verhalten: so nennt man sie (nach Franklin) richtiger positive und negative Electricität und bezeichnet erstere, nach dem Vorschlage Lichtenbergs, durch $+E$, letztere durch $-E$.

Aus den obigen Erscheinungen geht zugleich folgendes Hauptgesetz hervor: Körper, welche gleichartige (gleichnamige) Electricität haben, stoßen einander ab; Körper dagegen,

welche ungleichartige (ungleichnamige) Elektr. haben, ziehen einander an und verlieren, wenn der in ihnen erweckte elektr. Zustand von gleicher Stärke war, nach ihrer Berührung alle Elektrizität, indem sie in den Zustand einer elektrischen Indifferenz treten. $+E$ stößt $+E$, $-E$ stößt $-E$ zurück; dagegen $+E$ und $-E$ ziehen einander an und geben bei gleicher Stärke $0E$.

Werden die Kugeln bei obigen Versuchen nicht gleich stark elektrisirt, so erfolgen die Erscheinungen ihrer wechselseitigen Anziehung nicht immer genau auf die bezeichnete Weise; denn es ziehen sich auch zwei positiv oder zwei negativ elektrisirte Körper gegenseitig an, wenn die Elektrizität des einen viel stärker ist, als die des anderen; eben so wie auch die gleichnamigen Pole zweier ungleich starker Magnete sich gegenseitig nicht abstoßen, sondern anziehen (§. 60.) — Uebrigens folgt bei der elektrischen Anziehung der beweglichere Körper stets dem minder beweglichen oder ganz unbeweglichen. Endlich findet bei der elektrischen Anziehung noch eine andere Modifikation statt, die darin besteht, daß ein elektrisirter und ein 0 elektrischer Körper oder auch zwei ungleichartig elektrisirte Körper in einem gewissen Abstände sich einander anziehen, in einem größeren dagegen sich ruhig gegenüber bleiben, in einem noch größeren aber wieder sich anziehen. Man nennt die Zwischenräume, wo die Anziehung cessirt, elektrische Pausen. —

Auf das Gesetz der elektrischen Anziehung und Abstosung gründet sich eine Menge theils lehreicher theils nur belustigender Versuche, die man unter den an dem Conduktor einer Elektrisirmaschine anzustellenden Versuchen in den Lehrbüchern über Physik beschrieben findet, z. B. das elektrische Glockenspiel, die elektrische Spinne.

§. 9.

Gleichzeitiges Auftreten beider Elektrizitäten.

Ueberall, wo Elektrizität erregt wird, treten beide entgegengesetzte elektrische Zustände, $+E$ und $-E$, zugleich auf und nie entsteht der eine ohne den anderen; eben so, wie auch beim Magnetisiren die beiden magnetischen Gegenätze, der Nordpol und der Südpol, stets zugleich hervortreten. (§. 55. 64.). Beim Reiben entwickelt sich die eine Art der Elektri-

cität an dem reibenden, die andere an dem geriebenen Körper. Hat z. B. jener $+E$, so ist in diesem $-E$ rege und umgekehrt; und zwar sind die beiden Electricitäten in beiden Körpern in gleicher Intensität vorhanden, so daß sie, kommen sie zur Vereinigung, sich gegenseitig völlig aufheben (neutralisiren). Die Art der Electricität, welche der reibende oder der geriebene Körper bekommt, hängt von mehreren Umständen, namentlich von der Beschaffenheit der Oberfläche der sich reibenden Körper (selbst von ihrer Farbe), von ihrer Temperatur und von der Art (Stärke) des Reibens ab. Ein bestimmtes Gesetz darüber giebt es nicht; es kann daher mit Gewißheit nie voraus bestimmt werden, ob ein Körper durch das Reiben positive oder negative Electricität annehmen werde. Unter einer gewissen Behandlung (z. B. durch Reiben mit einem Katzenfelle) kann selbst Glas negativ, Siegellack dagegen (durch Reiben mit einem metallischen Amalgam) selbst positiv elektrisch werden, woraus begreiflich wird, wie unpassend die sonst gebräuchliche Bezeichnung der beiden verschiedenen Electricitäten durch den Ausdruck „Glas-Elekt.“ und „Harz-Elekt.“ ist (§. 8.).

§. 10.

Fernere Eigenthümlichkeiten der positiven und negativen Electricität. Galmar's Versuch.

Beide entgegengesetzte Electricitäten zeigen die Verschiedenheit ihrer Natur außer dem oben (§. 8.) angeführten verschiedenen Verhalten noch in folgenden Gegensätzen:

1) In der Art ihres Lichtes. Die positive Electricität strömt aus einer Metallspitze in einem langen purpurfarbigen Lichtbüschel aus, die negative dagegen in Gestalt eines leuchtenden Punktes oder Sternes. Saugt man mit der Spitze die Electricität aus einem elektrisirten Körper ein, so zeigt sich die Erscheinung umgekehrt.

2) In der Gestalt des elektrischen Funkens, wenn dieser aus dem Conduktor einer sehr starken Maschine gelockt wird. Ist der Conduktor $+$ elektrisch, so sind die Nester, welche aus dem zackenförmigen Funken seitwärts in die Luft fahren, von dem Conduktor abgekehrt, bei einem negativen Conduktor im Gegentheil nach diesem hingewendet. (§. 18.) Dove a. a. D. Bd. 2. S. 42.

3) In dem verschiedenen Geschmacke, den sie auf der Zunge erregen. Der positive Strom, auf die Zunge geleitet, erzeugt eine

säuerliche, der negative aber eine brennende, mehr alkalische, Geschmacksempfindung. (Man vergleiche hierbei das S. 33. und 47. über die physiologischen Wirkungen der Contact-Electricität Gesagte.)

4) In ihren chemischen Wirkungen. Die $+E$ reagirt sauer, die $-E$ alkalisch. Die aus einer Spitze strömende positive Electricität verwandelt die blaue Farbe des angefeuchteten Lakmuspapiers in Roth, wie eine Säure; der Strom der negativen stellt die blaue Farbe desselben wieder her. Schneidender treten diese Gegensätze in den chemischen Wirkungen der galvanischen Electricität hervor (S. 50).

5) Darin, daß von manchen Körpern (sogenannten unipolaren Leitern) die eine Art der Electricität besser geleitet wird, als die andere (S. 38).

6) Am evidentesten in den Lichtenberg'schen Figuren, welche fein gestreuter Harzstaub oder Bärklappsaamen auf einem Harzfuchsen bildet, der vorher mit $+E$ oder $-E$ elektrisirt worden ist. Auf der Stelle, der man (am besten mittelst eines aufgesetzten metallenen Glöckchens, auf das man einen elektrischen Funken schlagen läßt) $+E$ gegeben hat, gruppiert sich nach Entfernung des Glöckchens der aufgestreute Staub zu einer Strahlenform mit dendritenähnlichen Verästelungen; auf der Stelle dagegen, der man auf dieselbe Weise $-E$ zugeführt hat, zu einer zirkel- oder wolkenähnlichen Figur, ohne alle Strahlen. Am schönsten stellen sich die Lichtenberg'schen Figuren in dem Versuche Ckmars dar, wo dieselben zugleich den Weg, den die verschiedenen Electricitäten bei der Entladung einer elektrischen Verstärkungsflasche nehmen, bezeichnen *). **I. C. Lichtenberg de nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici investigandi. Gotting 1778.**

*) Eine auf der unteren Seite mit Stanniol belegte große Glasscheibe wird mit Herenmehl bepudert und, 3 bis 4 Z. von einander, zwei Leidner Flaschen von gleicher Größe darauf gestellt, von denen der äußere Beleg der einen positiv, der der andern negativ geladen ist. Bringt man die innern Belege der Flaschen mittelst eines Entladens mit einander in Verbindung, so springt zwischen den äußeren Belegen ein Funke über, durch welchen die Flaschen entladen werden. Nach der Entladung findet man jede derselben mit der Figur umgeben, welche der Art der Electricität ihres äußers

§. 11.

Das Elektrometer und Elektroskop. **Bennet's** Goldblatt-Elektrometer. Der elektrische Multiplikator und der präparirte Froschschenkel. **Coulomb's** Drehwage.

Auf dem Gesetze, daß gleichnamig elektrisirte Körper sich abstoßen (§. 8.), beruht die Einrichtung der Elektrometer, d. h. derjenigen Instrumente, welche die Stärke (Intensität) eines elektrischen Körpers messen sollen, und der Elektroscopie, welche nur die Gegenwart oder die Art der Electricität anzuzeigen bestimmt sind. Man hat solcher Vorrichtungen sehr viele. Die meisten fußen darauf, daß die Stärke der Abstosung zwischen zwei gleichartig elektrischen Körpern und die Entfernung, bis auf welche jene sich äußert, mit der Stärke des elektrischen Zustandes oder der elektrischen Spannung im direkten Verhältnisse steht (Biot, Lehrbuch der Experimentalphys., deutsch von Fechner, Leipzig 1824. Bd. 3. S. 60). In Canton's Korkkugeln-Elektrometer zeigen zwei (damit die Luft ohne Einfluß auf ihre Bewegung bleibe, in einem Glase) an leinenen Fäden neben einander aufgehängte Kügelchen aus Kork oder Hollundermark und in Volta's Strohhalm-Elektrometer zwei neben einander hängende Strohhalmstreifen, durch den Grad ihrer Divergenz, die Intensität der Electricität des Körpers, von welchem man Electricität in sie übergehen läßt, an. Von ähnlicher Einrichtung ist Henley's Quadranten-Elektrometer, wo ein einziges Kügelchen durch den Bogen, um welchen dieses sich von einer senkrechten Säule entfernt, den Grad der vorhandenen elektrischen Spannung mißt.

Wichtiger und empfindlicher, als die genannten, und ein wahres Mikro-Elektrometer zu nennen, ist das von Bennet erfundene

ren Beleges entspricht; die Stelle aber, wo der Entladungsfunke übersprungen ist, erscheint leer, ist aber eine Strecke lang von dem positiven Belege aus mit den gewöhnlichen strahlenartigen, von dem negativen aus mit kreisförmigen, wolkenähnlichen Figuren eingefast. Waren die Flaschen nicht gleich groß, aber durch gleichel Umdrehungen der Elektrifikationsmaschine geladen, so wird der Funke und die ihn umgebende leere Stelle der größeren Flasche näher sichtbar, deren Ladung die geringste Intensität hatte. (§. 7.)

Elektroskop oder Goldblatt-Elektrometer, welches mehr zur Ausmittlung sehr kleiner Quantitäten von Elektricität, als zur Messung derselben benutzt wird. Das Wesentliche seiner Einrichtung besteht in Folgendem: Zwei, etwa 2^{'''} breite und 1 $\frac{1}{2}$ —2^{'''} lange Streifen gewöhnliches Blattgold hängen dicht neben einander von einer kleinen metallenen Kugel, in der sie mittelst zweier kleiner, aus einfachem Metalldrahte gefertigter, metallener Ringe befestigt sind, oder auch von einem oben abgerundeten und unten keilförmig zugeschnittenen Stücke Zinn, an dessen Seitenflächen sie mittelst etwas Eiweiß oder Firniß angeklebt sind, herab. Diese Vorrichtung ist, um jede Einwirkung der Luft abzuhalten, so in eine viereckige Flasche von weißem Glase eingeschlossen, daß der Metallknopf noch zum Theile aus dem Halse derselben hervorragt. Theilt man dem Knopfe die durch gelindes Reiben, durch Verdunstung einer Flüssigkeit oder durch bloßen Druck zweier Körper gegen einander, erzeugte schwache Elektricität mit, so fahren die Goldblattstreifen sogleich aus einander. Soll damit die Gegenwart der atmosphärischen Elektricität, z. B. die einer am Himmel vorüberziehenden Wolke, erforscht werden: so ist es nöthig, den Metallknopf von etwas größerem Durchmesser zu nehmen, um der aufzunehmenden Elektricität eine größere Oberfläche darzubieten. Man wählt zu demselben Zwecke, statt der Glasflasche, auch lieber einen Glaszylinder (Fig. 2.), der oben einen gut anschließenden messingenen Deckel mit einer Oeffnung in der Mitte hat, in welche die obige Vorrichtung eingesenkt werden kann, und der mit seinem untern Rande auf einem ebenfalls messingenen Fußgestelle ruht. Bei dem Gebrauche wird dann über die Kugel noch eine besonders angepasste Kappe von Metall gestülpt, die zur sicherern Aufnahme der Luft-Electricität einen senkrechten, 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Fuß langen, und oben zugespitzten Metalldraht trägt. Es wird empfohlen, innerhalb des Cylinders an zwei einander gegenüberliegenden Seiten 2 bis 3^{'''} breite Streifen Stanniol anzuleimen, welche bis zu dem Fußgestelle herunterreichen und dazu dienen sollen, die Elektricität von den Goldblättchen, wenn diese bei ihrer Divergenz mit dem Stanniol in Berührung kommen, ab- und in den Boden fortzuleiten; allein da die Stanniolstreifen auf die Goldblättchen anziehend wirken und dadurch ihre Divergenz vermehren, so ist es zweckmäßiger, dieselben wegzulassen; wenn man nicht vorzieht, diesem Fehler durch eine von Parrot

vorgeschlagene Verbesserung, durch die das Instrument aber sehr von seiner Einfachheit verliert, abzuhefen. Gesler, phys. W. Bd. 3. S. 657. — Ein vorzügliches Werkzeug, zur Wahrnehmung sehr kleiner Spuren von Electricität und zur Messung ihrer Intensität, ist Coulomb's elektrische Drehwage, deren Wirkung auf der Drehung (Torsion) eines feinen elastischen Drahtes oder Seidenfadens sich basirt; deren Anwendung aber der Feinheit ihrer Construction wegen mit so vielen Schwierigkeiten verbunden ist, daß nur bei großer Übung richtige Resultate damit erhalten werden können. Biot, a. a. D. Bd. 1. S. 330. u. Bd. 2. S. 150. — Das empfindlichste Elektroskop von allen, besonders zu Entdeckung sehr leiser galvanischer, thermo- und magnet-electrischer Ströme, ist eine in dem Schweigger'schen Multiplikator möglichst frei bewegliche Magnetnadel (§. 32. 33.) oder der Nerve eines frisch abgehäuteten Froschschenkels (§. 34). — Um die Stärke elektrischer Funken und die Grade der verstärkten Electricität bei geladenen Flaschen und Batterien zu bestimmen und bei der medicinischen Anwendung der Reibungs-Electricität Erschütterungsschläge von einer bestimmten Stärke geben zu können, dient Lane's Auslade-Elektrometer, dessen nähere Beschreibung später folgt.

§. 12.

Bohnenberger's Elektrophant. Becquerel's Verbesserung desselben.

Ein zwar etwas complicirtes, aber höchst empfindliches und deshalb häufig in Gebrauch genommenes Werkzeug, um die schwächsten Grade der Electricität und zugleich die Art derselben aufzufinden, ist der von Behrens erfundene und später von Bohnenberger verbesserte Elektrophant, welcher der Hauptsache nach auf der Wirkung zweier Zambonischen Säulen, die bekanntlich sehr lange Zeit elektrisch bleiben, beruht (§. 43). An dem metallenen Deckel eines etwa $3\frac{1}{2}$ Z. hohen und $2\frac{1}{2}$ Z. weiten Cylinderglases oder nur eines gewöhnlichen Trinkglases (Fig. 3.), sind zwei trockene elektrische Säulen, deren jede aus 400 Scheiben zusammengesetzten Gold- und Silberpapiers von 3 Linien Durchmesser besteht und in einer gefirnigten Glasröhre eingeschlossen ist, mit ihren ungleichnamigen Polen

so angeschraubt, daß sie, wenn der Deckel aufgesetzt ist, senkrecht in das Glas herunterreichen und die Achsen der Säulen etwa um 1" 7'" von einander entfernt sind. Jede Säule hat an ihrem untern Ende eine mit ihr in leitender Verbindung stehende und etwas hervorragende abgerundete Fassung von Messing, die $\frac{1}{4}$ Z. von dem Boden des Glases und 2 bis 3 Linien von dem Rande der Glasröhre absteht. Die beiden Pole der Säulen sind auf dem Deckel durch ein + und — Zeichen angedeutet. Durch die durchbohrte Mitte des Deckels ist eine kleine, von innen und außen überfirnißte Glasröhre eingelassen, die oben mit einem Korke verschlossen ist, durch welchen ein nach oben in eine Kugel ausgehender Draht, der die Röhre nirgends berührt und also vollkommen isolirt ist, gesteckt ist. An dem untern Ende des Drahtes hängt ein etwas über 2 Z. langes und 3 Linien breites Goldblättchen, welches den elektroskopischen Körper abgiebt, herab, so daß es mit seinem untern Ende genau in der Mitte zwischen den metallenen Fassungen der Säulen sich befindet. Bei dem Gebrauche berührt man erst den Knopf des Drahtes mit einem guten Leiter der Elektrizität, um eine etwa schon in ihm vorhandne freie Elektrizität zu entfernen, und bringt sodann den Deckel des Glases durch eine Kette mit der Erde in leitende Verbindung. Erst, nachdem dieses geschehen ist, führt man dem Drahte und durch diesen dem Goldblättchen die zu untersuchende Elektrizität zu; was, wenn diese sehr schwach ist, durch Hülfe eines Condensators, dessen Platte man auf den Knopf des Drahtes aufschraubt, geschehen kann (S. 20). Das Goldblättchen, das bisher wegen der von den beiden ungleichnamigen Polen der Säulen ausgehenden gleich starken Anziehung ruhig in der Mitte hing, wird sogleich in Folge der ihm mitgetheilten Elektrizität sich der Fassung derjenigen Säule, welche in dem entgegengesetzten elektrischen Zustande ist, nähern und von ihr angezogen werden (S. 9.), und dadurch die Art der ihm von außen ertheilten Elektrizität zu erkennen geben. Das Blättchen bleibt aber nicht an der von ihm berührten Fassung hängen, sondern wird bald wieder von ihr abgestoßen, zu der andern Säule hingezogen, kehrt dann wieder von dieser zurück und bewegt sich so pendelartig eine Zeit lang hin und her, bis es sich an einem der Pole festhängt, von dem es dann durch Berührung des Drahtknopfes mit einem Leiter entfernt werden muß. So brauchbar sich auch dieses Elektroskop

zeigt, so theilt es doch mit dem im vorigen §. beschriebenen Bennet'schen Goldblatt-Elektrometer die Unbequemlichkeit, daß das Goldblättchen, wenn es sich angehängt hat, bei seiner Wiederabtrennung sehr leicht zerreißt. Um diesem Uebelstande abzuhelpen, hat Becquerel eine Verbesserung vorgeschlagen und ausgeführt, durch welche zugleich die Empfindlichkeit des Instruments noch mehr erhöht wird, so daß bei trockenem Wetter die Elektrizität einer geriebenen Glasröhre schon aus einer Entfernung von 8 bis 10 Fuß auf dasselbe influirt. Die Abänderung besteht darin, daß statt zweier Zambonischer Säulen nur Eine gebraucht wird, und daß diese nicht senkrecht steht, sondern in horizontaler Lage auf einem hölzernen Untersatze befestigt ist. Die Säule trägt an jedem ihrer Polenden eine vertikal stehende schmale Metallplatte von 3 Z. Länge. Zwischen beiden hängt das Goldblättchen auf obige Weise herab. Diesen beiden Metallplatten verdankt das Instrument, da das Goldblättchen ihrer anziehenden Wirkung nicht bloß mit seinem untern Ende, wie bei der obigen Einrichtung mit zwei Säulen, sondern seiner ganzen Länge nach ausgesetzt ist, seine große Empfindlichkeit.

§. 13.

Theorie der elektrischen Erscheinungen. Unitarier und Dualisten.

Unter mehreren Hypothesen, die man zur Erklärung der elektrischen Erscheinungen aufgestellt hat, haben sich am Meisten zwei geltend gemacht, die von du Fay begründete und später von Robert Simmer systematisch durchgeführte Dualistische oder Simmer'sche, und die von Benjamin Franklin geschaffene Theorie der Unitarier. Nach ersterer ist die elektrische Flüssigkeit aus zwei verschiedenen Stoffen, einem $+$ und einem $-E$ (§. 8.), zusammengesetzt, welche in gleicher Menge in allen Körpern unserer Erde enthalten, durch gegenseitige Anziehung mit einander vereinigt und gesättigt (neutralisirt) sind und sich wechselseitig das Gleichgewicht halten. In diesem Zustande zeigt kein Körper elektrische Kräfte, und man nennt ihn natürlich elektrisch oder unelektrisch. Sein Zustand ist $= 0 E$, oder, weil dieser durch Neutralisation der beiden Elektrizitäten bedingt wird, $= +E$. Durch die, als Erregungsmittel der Elektrizität bekannten Verfahrensarten wird die neutrale Ver-

bindung der Elektricitäten getrennt und dadurch die positive und negative elektrische Spannung hervorgerufen. Beim Reiben zweier Körper an einander tritt nach der Verschiedenheit der Verwandtschaft, welche die Körper zu dem einen oder andern Bestandtheile der Elektricität haben, der eine derselben an den reibenden, der andere an den geriebenen Körper, so daß folglich jedes Mal die zwei entgegengesetzten Elektricitäten entstehen. Haben beide sich reibende Körper eine gleich starke Verwandtschaft gegen die beiden Elektricitätsarten, so erfolgt keine Trennung derselben, sondern sie bleiben als $\pm E$ vereinigt und weder der reibende noch der geriebene Körper zeigt eine Spur von Elektricität. Ebenso bleibt auch die neutrale Verbindung ungestört, wenn sich die Bestandtheile derselben unter einander stärker anziehen, als sie von den sich reibenden Körpern angezogen werden. Vermöge ihrer Neigung zu einander, suchen sich die beiden Elektricitäten, wenn sie von einander geschieden worden sind, stets wieder zu vereinigen. Kommt diese Vereinigung zu Stande, so neutralisiren sie sich von Neuem und gehen in ihre vorige feste Verbindung zurück, wo sie keine elektrische Wirkung mehr äußern, und der Körper elektrische Indifferenz hat. Ein solcher Vorgang findet unter andern bei der Entstehung des elektrischen Funkens Statt (§. 7). Ist in einem Körper auf irgend eine Weise das elektrische Gleichgewicht aufgehoben und z. B. freies $+ E$ los, so strebt er, in benachbarten Körpern den natürlich elektrischen Zustand derselben gleichfalls aufzuheben und die Bestandtheile seiner $\pm E$ aus ihrer natürlichen Verbindung zu bringen. Ist sein $+ E$ stark genug, um das $- E$ eines benachbarten Körpers mehr anzuziehen, als dieses $- E$ von dem eignen $+ E$ dieses Körpers angezogen wird, so entzieht es ihm das $- E$, vereinigt sich mit ihm, und das $+ E$ des zweiten Körpers wird dadurch ebenfalls in Freiheit und Thätigkeit gesetzt oder der Körper wird gleichnamig mit ihm $-$, also $+$ elektrisch. Dieses ist nach dem dualistischen System der Hergang, wenn ein Körper durch Mittheilung elektrisirt wird (§. 4). Der durch Mittheilung elektrisirte Körper bekommt mithin nicht eigentlich etwas mitgetheilt, sondern giebt vielmehr an den Körper, durch den er elektrisch wird, etwas ab. Auf gleiche Art wird der Körper durch Mittheilung negativ elektrisch, wenn der erste Körper freies $- E$ hat. Giebt ein Körper seine $+$ oder $- E$ sehr leicht an das

freie — oder \pm E eines ihm nahe gebrachten elektrischen Körpers ab, so nimmt er auch leicht den elektrischen Zustand desselben an und heißt deshalb ein Leiter der Elektrizität. Hält er dagegen seine \pm E sehr fest, so daß sie nicht leicht aus ihrer Verbindung geschieden und in ihre Bestandtheile zerlegt werden kann, so kommt er nur schwer in den elektrischen Zustand und heißt ein Nichtleiter der Elektrizität (S. 4.). Wie bei der Mittheilung findet bei dem Ausströmen der Elektrizität aus Spitzen ein Zerlegen und Ausgleichen der entgegengesetzten Elektrizität Statt (S. 6.). —

Die Unitarier nehmen nur Eine Art elektrischer Flüssigkeit an, und daß ein Körper dann aus seiner elektrischen Indifferenz heraustritt und elektrisch wird, wenn sich mehr elektrische Materie in ihm anhäuft, als er im gewöhnlichen Zustande besitzt, oder wenn sich seine natürliche Elektrizitäts-Menge vermindert. Im ersten Falle wird der Körper positiv —, im zweiten negativ elektrisch. Die positive Elektrizität beruht mithin nach Franklin auf einem Uebersusse, die negative auf einem Mangel einer und derselben elektrischen Materie. Wenn ein Körper durch Reiben positiv elektrisch wird, so geschieht dieß dadurch, daß er dem reibenden Körper Elektrizität entzieht, also seine natürliche Elektrizität vermehrt und dadurch das Gleichgewicht zwischen diesem und sich selbst vernichtet. Durch den Verlust, den hierdurch der reibende Körper erfährt, wird dieser zugleich negativ elektrisch. An einander geriebene Körper kommen daher immer in den entgegengesetzten elektrischen Zustand. Vermöge ihres Bestrebens, sich überall wieder ins Gleichgewicht zu setzen, geht von einem positiven oder durch Uebersuß elektrischen Körper, wenn er einem negativen oder durch Mangel elektrischen nahe kommt, die elektrische Materie zum Theil in diesen über; dasselbe ist in geringerm Grade der Fall, wenn ein natürlich elektrischer Körper einem negativ oder durch Mangel elektrischen genähert wird. Das Resultat der Wiederherstellung dieses Gleichgewichtes sind die elektrischen Erscheinungen. —

Beide, hier nur skizzirte Theorien, liefern bis zu einem gewissen Punkte ganz bequeme Erklärungen für die elektrischen Vorgänge; über diesen hinaus läßt aber die eine wie die andere im Stiche. —

§. 14.

Trennung der elektrischen Indifferenz durch Wirkung aus der Ferne. Gesetz der elektrischen Vertheilung oder Induktion (Influenz). Elektrische Zonen.

Die Wirkung eines elektrisirten Körpers ist nicht bloß auf seine Schlagweite, d. h. auf die Entfernung, innerhalb welcher die Mittheilung der Elektrizität in Funkenform geschieht (§. 7.), beschränkt, sondern erstreckt sich noch über diese hinaus und zwar so weit, als er noch fähig ist, auf leicht bewegliche Körper, z. B. Korkkugeln-Pendel, anziehend zu wirken. Der ganze Bezirk, durch welchen diese Wirkung sich verbreitet, heißt sein Wirkungskreis oder seine elektrische Atmosphäre. Dieser ist jederzeit um so weiter, je stärker die elektrische Spannung in dem Körper ist. — Es erfolgt diese Wirkung der Elektrizität in die Ferne nach folgendem unumstößlichen, von dem Gesetze der Mittheilung ganz verschiedenen Gesetze: Ein jeder elektrisirte Körper sucht in einem andern, der in seinen Wirkungskreis kommt, eine der seinigen entgegengesetzte Elektrizität zu erwecken, zieht, indem er das elektrische Gleichgewicht in ihm aufhebt, die der seinigen entgegengesetzte Elektrizität zu sich hin, und stößt die mit der seinigen gleichnamige zurück, so daß der Körper, der diese Einwirkung erfährt, an dem, dem elektrisirten Körper zugekehrten Ende die entgegengesetzte Elektrizität von der des Körpers und an dem von diesem abgewendeten Ende die gleichnamige erhält. Folgender Versuch macht dieses deutlich. Man bringe einen glatten Leiter, der gut isolirt aber nicht im Geringsten elektrisch ist, z. B. einen an den Endflächen wohl abgerundeten oder noch besser mit Halbkugeln versehenen, etwas langen Metallcylinder, **A** (Fig. 4.), an dessen beiden Enden man Korkkugeln-Elektrometer aufgehängt hat, in der Verlängerung seiner Achse in die elektrische Atmosphäre eines Körpers **B**, z. B. einer geriebenen Glasröhre oder des + elektrischen Conductors einer schwachen Elektrisirmaschine (wo also noch keine wirkliche Mittheilung der Elektrizität erfolgen kann): so wird sogleich der Cylinder durch die Fernwirkung des Conductors elektrisch werden und an dem nach ihm hingewendeten Ende **D**

die entgegengesetzte Electricität desselben, also $-E$, und an seinem andern Ende E die gleichnamige des Conductors, also $+E$, bekommen. Es wirkt nämlich (nach der Ansicht der Dualisten) die freie $+E$ des Conductors auf die im neutralen Zustande sich befindenden Electricitäten des Metallcylinders; sie zieht die $-E$ desselben gegen sich und stößt die $+E$ ab, hebt dadurch die neutrale Verbindung beider auf und bringt dieselben in eine Spannung oder bindet sie. (§. 13.) Man nennt diesen durch ruhende Electricität erzeugten Vorgang einer elektrischen Erregung eine Vertheilung, Induktion (oder da letzteres Wort auch für die Bezeichnung der durch die Nähe bewegter Electricität, eines elektrischen Stromes, erregten momentanen Electricitätsbewegungen gebräuchlich ist, §. 95., nach Nieß's Vorschlage, — Influx) der Electricität, den elektrischen Zustand des Cylinders aber einen inducirten, und sagt von dem Conductor selbst, daß er vertheilend, inducierend auf den Cylinders wirke. Das Elektrischwerden des letztern giebt sich durch das sogleich eintretende Auseinanderweichen der Korfkügelchen zu erkennen (§. 8.) und das Dasein der verschiedenen, an den beiden Enden der Röhre sich ansammelnden Electricitäten dadurch, daß eine geriebene Siegelladstange mit ihrem $-E$ die an dem vordern Ende derselben hängenden Kügelchen abstößt, dagegen die an dem hintern Ende hängenden an sich zieht, und daß ein an einen Seidenfaden gehängtes Korfkügelchen, dem man an dem Conductor $+E$ gegeben hat, von dem vordern Ende der Röhre, wenn man es diesem nähert, stark angezogen, von dem abgekehrten Ende derselben aber abgestoßen wird. — Beide zu gleicher Zeit in der Röhre auftretende Electricitäten währen indeß nur so lange, als sich diese in der Atmosphäre des Conductors befindet; denn entfernt man sie, ohne sie leitend zu berühren, aus dieser, so vereinigen sich die getrennten Electricitäten wieder zu $0E$, es zeigt sich weder an dem einen noch an dem andern Ende Electricität, und die Kügelchen, welche vorher durch ihre Divergenz die elektrische Spannung anzeigten, fallen zusammen. Allein, berührt man die Röhre, während sie noch in dem elektrischen Wirkungskreise verweilt, an dem abgewendeten Ende E , wo sie $+E$ hat, mit einem Leiter, z. B. mit dem Finger: so fallen, indem ein kleiner Funke aus ihr überschlägt, die

Kugeln zwar auch zusammen und es zeigt sich gar keine Elektrizität mehr; entfernt man aber gleich nach dieser Berührung die Röhre, so zeigt sie nun in ihrer ganzen Ausdehnung — E, als wenn sie durch Mittheilung elektrisirt worden wäre, und die Kugeln fahren wieder aus einander. Bei der Berührung entweicht nämlich das freie + E, indem das — E von dem + E des Conductors fortwährend angezogen und festgehalten wird, und bei der Entfernung aus der elektrischen Atmosphäre wird dieses — E frei. Der vertheilend wirkende Conductor hat aber bei diesem ganzen Vorgange nicht den geringsten Verlust von seiner Elektrizität erlitten und mithin die Röhre von ihm nichts durch Mittheilung empfangen *).

Wenn ein Nichtleiter, z. B. eine Glasröhre, in die Atmosphäre eines elektrischen Körpers gebracht wird, so zeigen sich die Erscheinungen der Vertheilung anders. Es bekommt diese zwar ebenfalls an dem zugekehrten Ende die entgegengesetzte Elektrizität von der des Körpers, also — E wenn dieser + elektrisch ist; allein wegen des Widerstandes, den das Glas durch seine schlechte Leitung der Verbreitung der Elektrizität entgegensetzt, ist dieses — E nur schwach und erstreckt sich nur auf eine kleine Weite. Ueber diese hinaus tritt eine polare Spannung der Art ein, daß eine Menge

*) Wenn die Röhre, während sie in dem elektrischen Wirkungskreise sich befindet, nicht isolirt ist, so kann natürlich ihr elektrischer Neutralisationszustand nicht gestört werden und also auch keine Vertheilung sich ereignen, da die abgestoßene + E sogleich in die Erde abfließt und die angezogene — E von daher ersetzt wird. — Aus Obigem ergiebt sich, daß die Elektrisirung eines Körpers durch Vertheilung sehr verschieden von der durch Mittheilung ist. 1) Bei der erstern findet kein eigentlicher Uebergang, keine Vereinigung der Elektrizitäten, sondern nur ein Bestreben zur Vereinigung, d. h. eine Spannung, ein Binden oder Festhalten der Elektrizität statt. 2) Bei der Vertheilung wirkt die Elektrizität in viel größere Entfernung, als bei der Mittheilung, welche nur innerhalb der Schlagweite vor sich geht. 3) Bei der Vertheilung wird alle Mal der entgegengesetzte, bei der Mittheilung hingegen der gleichartige elektrische Zustand erzeugt, so daß man folglich in der Atmosphäre eines + elektrischen Körpers negativ, und in der Atmosphäre eines — elektrischen Körpers positiv elektrisiren kann. 4) Verliert bei der Vertheilung der vertheilend wirkende Körper nicht im Mindesten von seiner Elektrizität.

von abwechselnden Zonen getheilter Elektricität entsteht, von denen jede folgende im Wirkungskreise der vorhergehenden liegt und die zuletzt, immer schwächer werdend, sich verlieren. Die Glasröhre wird daher an ihrem vordern Ende $-E$, dann $+E$, dann wieder $-E$ u. s. f. zeigen; indem das $-E$ der ersten Zone das $+E$ der nächsten Zone sättigt, das dadurch freiwerdende $+E$ dieser Zone wiederum das $-E$ der folgenden u. s. f. Man hat aus dieser Art der Vertheilung in Nichtleitern den Schluß gezogen, daß die Elektricität bei ihrer Verbreitung überhaupt nicht durch einen zusammenhängenden Strom, sondern durch alternirende Theilung der Elektricitäten, durch Zonen der beschriebenen Art, welche $+$ und $-E$ in getrenntem Zustande enthalten, sich fortpflanze. Allein mehrere Erscheinungen stehen mit dieser Hypothese im offenbaren Widerspruche, so z. B. der leichte Durchgang der Elektricität durch den luftverdünnten Raum, das leichte Ausströmen derselben aus Spitzen, die zu beiden Seiten aufgeworfenen Ränder, welche man an Kartensblättern wahrnimmt, die von dem elektrischen Funken einer Leidner Flasche durchschlagen werden u. s. w.

§. 15.

Capacität und Tenacität vertheilend (inducirend) wirkender Körper.

Obgleich ein elektrischer Körper, wenn er vertheilend (inducirend) auf einen andern wirkt, nichts von seiner Elektricität abgiebt (§. 14.), so geht doch eine andere merkwürdige Veränderung in dem elektrischen Zustande desselben vor, die sich dadurch markirt, daß die Intensität seiner elektrischen Spannung herabsinkt und er dadurch die Fähigkeit erlangt, aus dem Körper, von dem er durch Mittheilung elektrisirt wird, noch mehr Elektricität zu der in sich aufzunehmen, die er schon von ihm empfangen hatte, ehe noch eine vertheilende Wirkung von ihm ausging. Setzen wir, der vertheilend wirkende Körper sey der Conduktor einer Glasmachine: so geht bei der Bewegung dieser so lange $+E$ von dem geriebenen Glaskörper auf diesen über, bis die Spannung der Elektricität in diesem und in jenem im Gleichgewicht ist. Sobald nun der Conduktor seine vertheilende Wirkung auf einen Körper äußert, so beschäftigt sich das in ihm angehäuften freie $+E$ mit dem $-E$ des in seine Atmosphäre

gehaltenen Körpers, indem es dasselbe anzieht und durch Rückwirkung wieder von ihm angezogen wird. Durch diesen gebundenen Zustand wird es in seiner freien Thätigkeit gehemmt, dadurch die Intensität seiner elektrischen Spannung herabgesetzt, und bewirkt, daß von dem Glase der Maschine noch mehr $+ E$ auf den Conduktor übergehen und auf ihm frei werden kann, ehe wieder das Gleichgewicht der Spannung, wie vor seiner vertheilenden Wirkung, eintritt. Zugleich erlangt der Conduktor, weil sein $+ E$ durch das $- E$ des in seiner Atmosphäre stehenden Körpers gebunden ist, die Fähigkeit, die ihm durch Elektrisirung mitgetheilte Elektrizität fester an sich zu halten, so daß er diese weit schwerer an andere benachbarte Körper oder in die Luft zerstreut, als sonst, wo er nicht vertheilend wirkt und die Kraft seines $+ E$ nicht durch Bindung mit einem $- E$ geschwächt wird. Man sagt daher von einem vertheilend wirkenden Körper, daß durch die von ihm ausgehende Vertheilung die Capacität für neue Elektrizität und die Tenacität für die schon in ihm angehäuften in demselben Verhältnisse wachse, in welchem die Intensität seines elektrischen Zustandes sich vermindert. Aus diesem Gesetze erklärt sich die Möglichkeit, beim Laden einer elektrischen Verstärkungsflasche die dem innern Belege mitgetheilte Elektrizität in so großer Menge auf diesem anzuhäufen (S. 17. u. 18.) und durch den Kollektor eines Condensators kleine Mengen von Elektrizität bis zu einer durch das Elektrometer erkennbaren Dichtigkeit anzusammeln (S. 20.). Sobald der Körper, auf den der Conduktor vertheilend einwirkt, aus seinem Wirkungskreise weggenommen wird, nimmt beides, sowohl die Capacität als auch die Tenacität, wieder ab.

§. 16.

Anwendung des Gesetzes der Vertheilung auf die Erklärung elektrischer Erscheinungen.

Das Gesetz der Vertheilung ist für die Erklärung der meisten elektrischen Erscheinungen von großer Wichtigkeit, da jeder Körper, der der Wirkung eines elektrischen Körpers überlassen wird, erst in die elektrische Atmosphäre desselben kommt, und eine Vertheilung seiner $0 E$ oder $\pm E$ erfahren muß. — Ohne vorausgehende Vertheilung kommt keine elektrische Anziehung oder Abstoßung zu

Stande. Wenn ein leicht beweglicher unelektrischer Körper von einem elektrischen angezogen wird, so geschieht dieses nicht durch Anziehung der Körper selbst, sondern durch wechselseitige Anziehung ihres $+$ und $-$ E. Ist z. B. der Körper $+$ elektrisch, so erweckt er durch Bertheilung in dem ihm genäherten Körper $-$ E, welches dann von seinem $+$ E angezogen wird. Eben so ist es bei der Mittheilung der Elektrizität. Bevor zwischen den zwei Körpern, von denen der eine durch den andern Elektrizität mitgetheilt erhalten soll, die Ausgleichung der beiden Elektrizitäten, auf welcher die Mittheilung beruht (§. 13.), erfolgt, hat auch schon der elektrische Körper in dem unelektrischen eine Bertheilung der Elektrizität eingeleitet und die der seinigen entgegengesetzte gegen sich gezogen. Wenn der durch Mittheilung zu elektrisirende Körper näher an den elektrischen rückt, wirkt die Kraft der elektrischen Bertheilung immer stärker und bei einer gewissen Nähe endlich mit solcher Stärke, daß die wirkliche Vereinigung und Neutralisation der entgegengesetzten und gespannten Elektrizitäten durch einen Funken erfolgt. Selbst dem Ausströmen der Elektrizität aus Spizen geht eine Bertheilung der Elektrizität vorher. — Auf die durch das Spiel der elektrischen Bertheilung hervorgerufene Capacitäts- und Tenacitäts-Steigerung der Körper für die Elektrizität gründet sich die Wirksamkeit der vier vorzüglichsten elektrischen Apparate, nämlich der Franklin'schen Tafel, der Verstärkungsflasche, des Elektrophors und des Condensators, — deren Einrichtung in den folgenden §. §. beschrieben werden soll.

§. 17.

Die elektrische Verstärkungsplatte oder **Franklin'sche** Tafel. Der elektrische Verstärkungsfunke.

Es stelle **E F** (Fig. 5.) eine runde, 12 Z. breite Glascheibe vor, die auf einer im Durchmesser etwas kleinern und mit einem Glasfuße versehenen Metallscheibe **C D** liegt, und mit einer gleich großen Metallscheibe **A B** bedeckt ist, welche an einem isolirenden Handgriff sich abnehmen läßt. Man setze auf die obere Scheibe ein Metallglöckchen und theile diesem durch wiederholte Berührung mit einer geriebenen Glasröhre $+$ E mit. Hebt man die Scheibe an dem Glasgriff auf, so wird sich dieses $+$ E äußern, indem sie ein

mit $+E$ geladenes Korfkügelchen abstößt, ein negativ geladenes dagegen an sich zieht; auch wird sich ein kleiner Funke aus ihr ziehen lassen, die untere Scheibe CD aber nicht die geringste Spur von Electricität zeigen. Setzt man die Scheibe AB wieder auf EF und elektrisirt sie wie vorher durch Mittheilung, so wird die untere Scheibe CD , wenn man sie zugleich mit einem Leiter, z. B. mit dem Finger berührt, auch gegen diesen einen Funken geben, also auch elektrisch seyn, aber nicht, wie die obere Scheibe vorhin, positiv, sondern negativ; denn nimmt man AB und EF von ihr weg, so stößt sie ein ihr genähertes Korfkügelchen, dem man vorher $-E$ gegeben hatte, zurück und zieht dagegen ein mit $+E$ geladenes an. Diese Erscheinungen sind eine Wirkung der Vertheilung. Das durch Berührung mit der elektrischen Glasröhre (durch Mittheilung) auf der obern Scheibe frei gewordene $+E$ wirkt durch das dünne Glas EF , welches als Nichtleiter keine Mittheilung, wohl aber (wie in dem S. 14. angegebenen Versuche die Luft zwischen der metallenen Röhre und dem Conduktor einer thätigen Elektrisirmaschine) ein Durchwirken und eine Vertheilung der Electricität verstattet, und zieht, indem es den natürlich elektrischen Zustand der untern Scheibe zerstört, das natürliche $-E$ derselben an sich, ohne sich jedoch, da das nichtleitende Glas ihre Vereinigung verbietet, mit demselben wirklich zu vereinigen. Durch diese Anziehung des $-E$ wird das natürliche $+E$ der untern Scheibe aus seiner bisherigen neutralen Verbindung mit dem $-E$ geschieden und frei. Wird nun AB von EF abgehoben, ohne daß CD berührt wird, so vereinigen sich, weil die Ursache ihrer Trennung (die elektrische Scheibe AB) entfernt worden ist, die getrennt gewesene $+E$ und $-E$ der untern Scheibe wieder, und es kehrt die Scheibe wieder in ihren natürlich elektrischen Zustand zurück, wo sie also keine Electricität zeigt (S. 13. u. 14.). Wird aber CD , nachdem AB durch Mittheilung elektrisirt worden ist, mit einem Leiter berührt, so zieht das auf CD auf die bezeichnete Art frei gewordene $+E$ aus dem Leiter, z. B. dem Finger, $-E$ an und bildet damit, indem es sich mit ihm sättigt, $0E$ (wobei, wie gewöhnlich, ein Funke entsteht S. 7.); allein das $-E$ der untern Scheibe kann sich noch nicht wirksam geben, da es sich in der elektrischen Atmosphäre des $+E$ der obern Scheibe befindet und durch dieses gebunden ist. Nimmt man aber

A B fort, so hört die vertheilende Wirkung seines $+ E$ auf und das untere $- E$ wird frei, so daß nun die beiden Scheiben **A B** und **C D** entgegengesetzte Elektricitäten zu erkennen geben. — Die selben Verhältnisse kehren wieder, wenn man statt beweglicher Metallscheiben die Glasscheibe auf jeder ihrer Flächen mit einer eben so großen metallischen Belegung (Armatur) von Staniol oder Goldpapier, das man durch einen dünnen Leim daran befestigt, versieht. Beide fest anliegende Belegungen kommen in den entgegengesetzten elektrischen Zustand, wenn, während man die eine elektrifizirt, die andere mit dem Fußboden in leitender Verbindung steht; denn, sobald die eine Armatur $+ E$ bekommt, so tritt auch sogleich die andere in den Wirkungskreis derselben: ihr $- E$ wird angezogen, ihr $+ E$ abgestoßen und, weil sie nicht isolirt ist, in den Fußboden abgeleitet. Es hat daher die eine Armatur (und zugleich die von ihr berührte Glasfläche, S. 18.) $+ E$, die andere aber (und die an ihr liegende Glasfläche) $- E$. — Da ferner das $+ E$ der obern Belegung durch das $- E$ der untern gebunden und nach dem Gesetze der Vertheilung (S. 15.) dadurch ihre Capacität für noch mehr Elektricität erhöht wird: so kann durch wiederholte Berührung mit der positiv elektrischen Glasröhre oder des $+ E$ elektrischen Conductors einer Elektrifizirmaschine derselben immer mehr $+ E$ mitgetheilt werden (wobei fortwährend die in leitender Verbindung mit dem Fußboden stehende untere Belegung zugleich eben so viel $- E$ in sich anhäuft als zur Aufrechthaltung des elektrischen Gleichgewichtes in beiden Belegungen nöthig ist), bis zuletzt ihre Capacität für Elektricität ein gewisses mit der Größe der Glastafel und der Metallbelegungen in geraden Verhältniß stehendes Maximum erreicht hat. In diesem Zustande heißt die Glastafel geladen. Werden nun die beiden Belegungen leitend, z. B. durch einen krumm gebogenen, an seinen Enden mit Knöpfen versehenen Draht (einen sogenannten Ausladungsdraht) mit einander verbunden, so wird dieselbe entladen: beide entgegengesetzte Elektricitäten, die sich bisher nur aus der Ferne durch das Glas anzogen, vereinigen sich dann mit Heftigkeit und bringen durch ihr Zusammenschlagen einen viel stärkern Funken — den elektrischen Verstärkungsfunken — hervor, als wenn, wie im obigen Fundamentalphysikalischen Versuche, nur die eine Metallscheibe mit einem Leiter berührt wird. Nach dieser Entladung sind vorerst alle Spuren von freier

Elektricität in der Tafel verschwunden (§. 7. u. 13.). Berührt man mit der einen Hand zuerst die untere, mit dem Fußboden leitend verbundene Belegung und hierauf mit der andern Hand die obere (isolirte), so empfindet man bei Hervorbrechung des Funken eine heftige Erschütterung in den Gelenken beider Arme, einen sogenannten elektrischen Schlag. — Man nennt einen Apparat, wie er hier beschrieben worden ist, eine elektrische Verstärkungsplatte oder, nach ihrem Erfinder Franklin, eine Franklin'sche Tafel.

§. 18.

Die elektrische Verstärkungsflasche und Batterie.
Cane's Auslade-Elektrometer.

Mit der Darstellung der Franklin'schen Tafel ist zugleich das Wesentliche der elektrischen Verstärkungsflasche oder der Leidner Flasche (nach der Stadt Leiden so genannt, wo Musschenbroeck und Cunnäus die ersten Versuche mit ihr anstellten) gegeben. Sie ist nur der Form nach von jener verschieden, und besteht dem Wesen nach wie jene in der Entgegenstellung zweier gut leitender Körper, und zwar eines isolirten gegen einen mit der Erde in Verbindung stehenden, die beide durch einen dünnen nicht leitenden Zwischenkörper außer leitender Gemeinschaft mit einander gehalten sind. Die Form giebt wegen besserer Handhabung gewöhnlich eine dünne Glasflasche mit weitem Halse (am besten ein gewöhnliches Zuckerglas*) ab, welche von Innen und Außen bis auf einen 2 bis 3 Z. breiten Rand unter dem Halse, welcher unbelegt bleiben muß, mit Stanniol beklebt^{*)}, und deren Mündung durch einen Kork ver-

*) Um die Gemeinschaft zwischen den beiden Belegen der elektrischen Flasche ganz zu unterbrechen, wird gewöhnlich der Rath gegeben, den unbelegten Rand der Flasche von Außen mit Firniß oder einer Auflösung von Siegellack in Weingeist zu überziehen, wodurch das Beschlagen desselben mit (leitender) Feuchtigkeit verhütet werden soll; allein nach Versuchen, die Cuthbertson anstellte, ist dieser Ueberzug unnöthig, ja sogar der vollständigen Ladung der Flasche hinderlich. Er fand, daß Flaschen, deren unbelegter Rand ganz trocken war, weit weniger leisteten, als andere die etwas feucht beschlagen waren, und daß die Wirkung derselben verstärkt wird, wenn man in dieselben haucht und dadurch auch den innern Rand des Glases etwas dampffeucht macht. — Die Ehre der Erfindung der elektrischen Flasche wird von Manchen auch dem Domherrn v. Kleist zu

geschlossen ist. Die Stelle desselben kann aber auch eine Weinflasche vertreten, die bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser oder Hammerschlag gefüllt und an der Außenseite auf die angegebene Weise mit Stanniol belegt ist. Durch den Kork ist ein langer Metalldraht gesteckt, der mit seinem untern Ende in genauer metallischer Berührung mit der innern Belegung des Bodens der Flasche ist, und auf seiner obern Spitze eine kleine Kugel trägt, die, wenn die Flasche geladen werden soll, mit dem Conduktor einer in Bewegung gesetzten Maschine in Berührung gebracht wird, wo dann beide Belegungen den entgegengesetzten elektrischen Zustand annehmen, indem die innere Belegung die Electricität des Conduktors durch Mittheilung, die äußere aber die dieser entgegengesetzte Electricität durch Vertheilung erhält. Die Entladung der Flasche geschieht (wie bei der Verstärkungsplatte) durch einen Auslader, der zur Sicherheit für den Entladenden mit einem isolirenden Handgriffe von Glas und Holz versehen ist. Sie erfolgt ^{*)}, wie die Bewegung der Electricität überhaupt, mit

Camlin in Pommern zugeschrieben, weshalb dieselbe auch den Namen „Leist'sche Flasche“ führt. Er wurde durch Zufall auf dieselbe gebracht, indem er, als er im Jahre 1745 Wasser in einem Medicinglase, das er mit feuchter Hand umfaßt hielt, mittels eines in dieses gesteckten eisernen Nagels an dem Conduktor seiner Elektrirmaschine elektrisirt hatte, beim Herausnehmen des Nagels mit der andern Hand in den Gelenken beider Arme eine heftige Erschütterung erhielt. Bei Wiederholung des Versuches ergab sich, daß auch andere gute Leiter, z. B. Metalle, die Stelle des Wassers und der feuchten Hand ersetzen konnten, und so erhielt endlich die elektrische Flasche die bekannte, oben beschriebene Einrichtung.

^{*)} Der bei der Entladung einer Leidner Flasche zum Vorschein kommende Funke verhält sich ganz wie der Funke des Conduktors einer Elektrirmaschine, und ist von diesem nur durch seine Stärke und durch seine geringe Länge unterschieden. Da die Electricitäten der beiden Belegungen nämlich sich gegenseitig binden (§. 15.), so kann sich die elektrische Wirkungssphäre und die Schlagweite einer Flasche nicht so weit erstrecken, als die des Conduktors einer Elektrirmaschine, auf dem die Electricität in freier Thätigkeit ist; es muß daher wohl der Funke jener kürzer seyn, als der dem Conduktor entnommene. Dagegen ist ersterer wegen der Menge der Electricität, durch die er erzeugt wird, viel dichter, heftiger und geräuschvoller, als letzterer; weshalb er auch der verstärkte, dieser dagegen der einfache elektrische Funke genannt wird. Wenn in

größter Geschwindigkeit. Der elektrische Schlag durchläuft daher die weitesten Verbindungskreise im untheilbaren Augenblicke, und zwar

dem Erschütterungskreise einer elektrischen Flasche unvollkommene Leiter, z. B. nasser Bindfaden, trocknes Holz, nasse Papierstreifen, feuchtes Glas u. s. w. sich befinden, welche den Lauf der Elektricität bei der Entladung verlangsamen, so wird ihre Intensität gesteigert und es entstehen schneidende Funken, die nicht so laut knallen, sondern nur ein zischendes Geräusch geben, und in den Armen zwar wenig erschüttern, aber statt dessen eine widrige schmerzhaft empfindung eigener Art hervorbringen. Von ihnen rührt das unangenehme Gefühl her, das entsteht, wenn man mit mehreren Menschen, die sich mit trockenen Händen (wo die Epidermis einen schlecht leitenden Körper hergiebt) fassen, den Entladungskreis bildet. Sie sind daher auch für den Arzt von besonderem Interesse. Selbst die entzündende Kraft der Funken wächst mit dieser verzögerten Entladung in der Maasse, daß sich selbst freiliegendes Schießpulver dadurch entzünden läßt. Ähnliche schneidende Funken entstehen auch, wenn die Leitung, durch welche die Flasche sich entladet, an mehreren Stellen durch kleine Zwischenräume unterbrochen ist. — Wenn eine Flasche isolirt steht, so läßt sie sich nicht oder nur sehr schwach laden, weil, indem das $+E$ des äußern Belegs an der Entweichung in benachbarte Körper (oder vielmehr an der Sättigung mit dem $-E$ dieser und der Vereinigung zu $0E$) verhindert ist, das $-E$ dieser Belegung sich nicht von ihm los machen, folglich auch das $+E$ des innern Belegs nicht durch dasselbe gebunden und die Capacität desselben nicht erhöht werden kann (§. 17.). Nähert man aber dem äußern Belege, während der Ladung mit $+E$, einen mit dem Fußboden in Verbindung stehenden Leiter, z. B. die Hand, so bekommt man Funken daraus und die Flasche wird geladen. Läßt man diese Funken auf den Knopf einer zweiten Flasche schlagen, so wird diese ebenfalls positiv geladen. Berührt man bei der Entladung die beiden Belege einer Flasche nicht unmittelbar, sondern bringt man beiden zugleich einen Finger von jeder Hand nur nahe, so sieht man zwischen jeder Belegung und dem Finger einen Funken hervorbrechen, und bei noch größerem Abstände entsteht gar kein Funke, sondern es erfolgt die Entladung langsam durch zwei entgegengesetzte Lichtbüschel, die durch das Gegeneinanderfahren der $+E$ und $-E$ entstehen und daher sich deutlich durch ihre Gestalt von einander unterscheiden (§. 10, 2). Noch langsamer und eben so geräusch- und funkenlos wird eine Flasche entladen, wenn man dem Knopfe derselben gegenüber in gleicher Höhe, aber außerhalb der Schlagweite der Flasche, einen mit dem äußern Belege verbundenen Draht, der eine Kugel trägt, anbringt, und einen leichten Körper, z. B. eine Korkkugel, zwischen beiden aufhängt. Durch wechselweise Anziehung und Abstoßung dieses Körpers wird nach und nach die Elektricität in den bei-

ohne daß er durch die Weite des Weges, den er zurücklegt, merklich von seiner Stärke einbüßt. Auch wählt der elektrische Funke stets die beste Leitung, d. h. diejenige, die seinem Durchgange den geringsten Widerstand darbietet. Er nimmt daher nicht immer den kürzesten, sondern denjenigen Weg, auf welchem er die besten und am vollkommensten verbundenen Leiter von hinreichender Capacität für seine Stärke findet. Trifft er z. B. auf seiner Bahn auf eine Leitung von Metall oder Wasser und auf eine, die aus schlechter leitenden Substanzen, z. B. aus trockenem Holz, besteht, so zieht er jene dieser vor, wenn auch der Weg durch sie um Vieles länger ist. Daher geschieht es, daß, wenn mehrere Personen den Entladungskreis einer geladenen Flasche bilden und der Boden unter ihnen feucht ist, beim Entladen der Flasche der Schlag von der ersten durch den feuchtesten

den Belegungen zu ihrem natürlichen Gleichgewicht zurückgeführt. Es beruht hierauf die physikalische Unterhaltung mit der elektrischen Spinne. Durch einen Nichtleiter kann die Flasche nicht entladen werden; in feuchter Luft entladet sie sich aber von selbst, indem diese durch ihren Gehalt an Feuchtigkeit als unvollkommener Nichtleiter wirkt und eine allmähliche Ausgleichung der beiden Elektricitäten, welche in den Belegungen gebunden sind, zuläßt. Eine solche freiwillige Entladung erfolgt auch bei Flaschen mit sehr dünnen Wänden (also gerade den besten, da diese die Durchwirkung der Elektricität von einem Belege zu dem andern am leichtesten verstaten) durch das Glas hindurch, wenn sie bei trockner Luft sehr stark geladen werden, wobei das Glas in Folge der Heftigkeit, mit welcher die Vereinigung der gespannten Elektricitäten in dem Nichtleiter vor sich geht, mit einer Explosion zertrümmert wird. Ist die Luft weniger trocken, so geht bei starker Ladung der Flasche zuweilen die Selbstentladung nicht durch das Glas, sondern über den unbelegten Rand desselben weg, ohne der Flasche Schaden zu thun. Berührt man mit dem Finger den Knopf einer Flasche allein, so erhält man, weil die Elektricität des innern Belegs durch die des äußern gebunden ist, keinen Entladungsschlag, sondern nur wiederholt einen stehenden Funken, so lange, bis die Flasche ganz entladen ist; weil nämlich, wenn wir auch die äußere Belegung nicht mit der andern Hand berühren, doch eine, wenn auch unvollkommene, Leitung durch den Tisch, den Boden u. s. w. mit unserm Körper statt findet. Ist aber eine Flasche vollkommen isolirt, so läßt sie sich gar nicht entladen, wenn man bloß den Knopf derselben anfaßt, und sie behält bei trockner Luft ihre Ladung oft sehr lange bei sich (Langenbuchers Sperrflasche). Man kann in diesem Falle den Knopf herausnehmen, sie in die Tasche stecken u. s. w.

Boden, als bessern Leiter, zu der letzten geht, und diejenigen, welche in der Mitte stehen, die elektrische Erschütterung gar nicht oder doch viel weniger empfinden, als die beiden äußersten, welche die Flasche zunächst entladen. Ist die gute Leitung an einer Stelle durch einen Nichtleiter unterbrochen, so durchbohrt oder zersprengt er diesen unter einer heftigen Explosion (Plazung), ebenso wie er bei seiner Entstehung die schlecht leitende Luft durchbricht (S. 7.) und verfolgt dann seinen Lauf durch die nächste beste Leitung weiter. —

Die sich bindenden entgegengesetzten Elektricitäten haften in dem Zustande der Ladung eines elektrischen Verstärkungsapparates nicht an den Belegungen desselben, sondern vielmehr an der Oberfläche des Isolators, des Glases, zwischen beiden, und diese sind nur dazu vorhanden, die erweckte Elektricität gleichmäßig über die Glasfläche zu verbreiten und bei der Entladung die ganze Elektricität wieder mit Einem Male zu erhalten. Das Eine wie das Andere würde außerdem wegen der nicht leitenden Beschaffenheit des Glases nicht erfolgen (S. 4.). Macht man daher an einer Franklin'schen Tafel die Belegungen beweglich, so zeigen diese, wenn man sie nach der Ladung derselben isolirt wegnimmt, keine Spur von Elektricität, die Tafel bleibt aber dessen ungeachtet geladen; denn schiebt man die Belege oder auch statt dieser andere, die man vorher angepaßt hatte, wieder an, so erhält man den gewöhnlichen Entladungsschlag, sobald man beide Belege leitend mit einander verbindet. Aus demselben Grunde läßt sich auch eine geladene Tafel oder Flasche nicht mit Einem Male ganz entladen, sondern es bleibt, weil die Glasflächen ihrer schlechten Leitung wegen bei der ersten Entladung ihre Elektricität nicht völlig fahren lassen, ein Rückstand (Residuum) in ihr zurück, vermöge dessen man nach einiger Zeit noch einen schwächeren zweiten Schlag aus ihr erhalten kann.

Werden mehrere Flaschen so mit einander durch Drähte verbunden, daß alle innern Belege unter einander und eben so die äußern in leitender Verbindung stehen, so wirkt das Ganze wie eine große Flasche und die ganze Vorrichtung heißt eine elektrische Batterie.

Eine besondere Art Verstärkungsflasche ist das Lane'sche Auslade-Elektrometer (Fig. 6.), welches bei Anwendung der Elektricität in der Heilkunde benutzt wird, Erschütterungsschläge von beliebiger und immer gleicher Stärke durch den leidenden Theil des

Körpers, welcher elektrisirt werden soll, zu führen. Von einer an dem Drahte **F** der Verstärkungsflasche **A** angebrachten metallenen Fassung geht ein gläserner Arm **H** ab, der überfüllt ist und auf seiner Spitze eine quer liegende messingene Hülse **C** trägt, durch welche sich ein Messingdraht, der an seinem vordern Ende einen Knopf **D** und an seinem hintern einen Haken **E** hat, hin und her geschoben werden kann, um den Knopf **D** dem Knopfe **B** der Flasche nach Belieben nähern oder von ihm entfernen zu können. An dem Haken **E** des Drahtes ist mittels einer Messingkette ein mit einem Knopfe versehener Draht **G** und ein gleicher **I** ebenso an einem mit dem äußern Belege der Flasche verbundenen Haken befestigt. Der eine dieser Drähte wird mit dem Knopfe da an dem Körpertheile angelegt, wo der Erschütterungsschlag anfangen, der andere dort, wo er aufhören soll, und der Knopf **B** der Flasche an den Conductor einer Elektrirmaschine gerückt. Schiebt man den Knopf **D** bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung an den Knopf **B** der Flasche, so entladet sich diese, wenn die Maschine in Bewegung gesetzt wird, jedes Mal, sobald sie bis zu dem Grade geladen ist, daß sie durch die Entfernung **BD** schlagen kann, durch den leidenden Körpertheil, an welchem die Drähte **G** und **I** liegen. Will man stärkere Schläge haben, so entfernt man **D** von **B**. Um dieses mit Genauigkeit ausführen zu können, ist gewöhnlich auf dem Drahte zwischen **E** und **D** eine Skale nach Zollen und Linien eingeseilt.

§. 19.

Der Elektrophor. Natürliche Elektrophore.

Wenn man eine möglichst dünne Schicht Harz oder Schwefel auf beiden Seiten, wie in der Franklin'schen Tafel das Glas, mit beweglichen Platten von Metall belegt, so heißt die Vorrichtung ein Elektrophor, — ein elektrisches Instrument, das von Wilke erfunden und von Volta verbessert worden ist und in manchen Fällen die Stelle einer Elektrirmaschine vertreten kann. Es verdankt seine Wirksamkeit, wie die Franklin'sche Tafel und die Verstärkungsflasche, der Elektrisirung durch Vertheilung, und besteht in der bequemsten Gestalt in einem dünnen glatten Harzkuchen, welcher in eine metallene Schüssel (die Form) mit einem einige Linien hohen Rande ausgegossen ist, und aus einem einige Zoll kleinern metallenen Deckel (dem

Schild oder Conduktor), welcher mittels daran befestigter seidner Schnüre isolirt auf den Kuchen gesetzt und eben so wieder aufgehoben werden kann. Die beste Masse zu dem Kuchen ist nach Volta eine Mischung von 3 Th. Terpenthin, 2 Th. Harz und 1 Th. Wachs. Reibt oder schlägt man den Kuchen, nach Hinwegnahme des Deckels, mit einem Fuchsschwanz oder Kagenfell, so wird er an seiner Oberfläche —, an seiner untern der Form zugekehrten Fläche aber + elektrisch, und es lassen sich nun folgende Erscheinungen beobachten (vorausgesetzt, daß die Form nicht isolirt, sondern mit der Erde in leitender Verbindung ist): 1) Setzt man den Deckel, isolirt ihn haltend, auf den Kuchen, so wird er oben mit diesem gleichnamig, also — elektrisch, wie an einem darauf gestellten Electrometer leicht gefunden werden kann, und an seiner untern Fläche + elektrisch. Hebt man den Deckel isolirt wieder ab, so zeigt er keine Electricität mehr (und das Electrometer fällt zusammen), ebenso wenig wie ein isolirter Leiter, den man unberührt aus der elektrischen Atmosphäre eines Conduktors wegnimmt (§. 14.). (Nur wenn der Electrophor nicht überall wohl abgerundet ist, namentlich der Deckel irgend wo Spitzen oder Ecken hat, durch welche der Oberfläche des Harzkuchens entgegengesetzte Electricität zugeführt wird, oder wenn der Kuchen durch heftiges Reiben sehr stark elektrisch geworden ist, geschieht es zuweilen, daß der Deckel durch Mittheilung elektrisch wird und beim Aufheben, auch wenn er nicht berührt worden ist, Electricität frei zeigt). 2) Berührt man den auf den Kuchen gelegten Deckel mit dem Finger, so erhält man einen kleinen schneidenden Funken, nachher aber keine Spur von Electricität weiter. Hebt man aber den Deckel hierauf (isolirt) ab, so zeigt er freie + Electricität, und es schlagen bei Annäherung des Fingers mehrmals lebhaftere Funken aus ihm, wie aus dem Conduktor einer Elektrisirmaschine (§. 14.). 3) Berührt man mit einem Finger den aufliegenden Deckel und mit einem andern Finger die Form, so fühlt man eine Erschütterung, wie bei der Entladung einer Leidner Flasche, und der nun abgehobene Deckel giebt bei fernerer Berührung noch lebhaftere Funken (mit + E), als wenn, wie in No. 2., der Deckel vor dem Aufheben allein berührt worden ist. — Macht man den Kuchen, während die Form isolirt steht, (durch Reiben) elektrisch, so gestalten sich die Erscheinungen etwas anders: Es wird sich gleich nach dem

Reiben die Form — elektrisch zeigen und, wird der Deckel aufgesetzt, auch dieser, wobei die Elektrizität der Form an Intensität etwas abnimmt. Berührt man den Deckel hierauf, so erhält man einen (nur schwachen) Funken. Dadurch verliert der Deckel seine Elektrizität und die Form tritt in den entgegengesetzten Zustand, indem sie + elektrisch wird. Wird der Deckel nach dieser Berührung abgenommen, so zeigt sie sich wieder —, der Deckel hingegen + elektrisch, jedoch bei weitem schwächer als bei nicht isolirter Basis. Berührt man gleich nach dem Reiben die Form mit dem Finger, (be no. 4) der Deckel aufgesetzt ist, so schlägt ein kleiner Funken aus ihr auf den Finger über und ihre Elektrizität verschwindet. Wird der Deckel sodann aufgesetzt, so findet man, wie vorhin nach der Berührung des Deckels, die Form +, den Deckel aber — elektrisch. Verbindet man den aufgesetzten Deckel und die Form mit zwei Fingern, so erhält man einen Stoß, wie oben, aber Form und Deckel geben nachher kein Zeichen von Elektrizität mehr; wird aber der Deckel hierauf abgehoben, so zeigen beide wieder freie Elektrizität in ihrem stärksten Grade, jene negative, dieser positive. Wenn man den Deckel nach der Berührung aufhebt und, ohne ihn zu berühren, wieder aufsetzt, so sind beide, Form und Deckel, ohne alle Spur von Elektrizität.

Alle diese Erscheinungen lassen, wie schon gesagt, sich befriedigend aus den einfachen Gesetzen der elektrischen Vertheilung erklären. Das auf der Oberfläche des Kuchens durch Reiben erregte freie — E macht den Deckel, da wegen der flachen Gestalt der beiden Körper und wegen der starken Adhäsion der Elektrizität an nichtleitende Substanzen, besonders an Harz, keine Mittheilung der Elektrizität erfolgen kann (§. 4. u. 6.), durch Vertheilung elektrisch (§. 14.); wodurch derselbe an seiner untern Fläche + Elektr., die durch die — Elektr. des Kuchens gebunden wird, an seiner obern dagegen freie — Elektr. erhält. Der Funke bei der Berührung des ausliegenden Deckels entsteht durch die Sättigung dieser freien — Elektr. mit der + Elektr. des berührenden Fingers, wobei die + Elektr. des Deckels von der — Elektr. des Kuchens fortwährend festgehalten wird, so lange jener auf dem letztern liegen bleibt. Daher zeigt der Deckel nach der Ausziehung des Funkens keine Elektrizität mehr. So wie der Deckel aber abgehoben wird, wird auch das bisher von der — Elektr. des Kuchens gebundene + E des Deckels frei, und

dieser zeigt sich daher allenthalben + elektrisch. Durch die Beschäftigung der — Elektr. der Oberfläche des Kuchens mit der + Elektr. des Deckels wird an der untern Fläche des Kuchens zugleich + Elektr. entbunden, welche vorher, ehe der Deckel aufgelegt wurde, an der — Elektr. der Oberfläche Beschäftigung fand. Diese entbundene + Elektr. zerlegt wieder die \pm Elektr. der Form, indem sie die — Elektr. derselben anzieht und an der dem Kuchen zugewendeten Fläche der Form bindet, die + Elektr. hingegen an die äußere Seite derselben abstößt, wo sie sich, wenn die Form nicht isolirt ist, mit der — Elektr. des Erdbodens beschäftigt und zu 0 Elektr. vereinigt, so daß folglich die Form keine Elektr. zeigen kann. Da der Kuchen bei allen diesen Vorgängen nichts durch Mittheilung von seiner Elektr. verliert, sondern nur durch Zerlegung der natürlichen \pm Elektr. seiner Umgebung wirkt, so lassen sich diese Versuche wiederholt und noch nach Monaten anstellen, ohne daß ein neues Peitschen des Kuchens nöthig ist. Es führt daher das Instrument den Namen beständiger Elektricitätsträger (*Electrophorus perpetuus*). Am längsten bewahrt er seine Wirksamkeit an einem warmen trocknen Orte und wenn der Deckel auf dem Kuchen liegt, da in diesem Falle die — Elektr. des erstern sich, weil sie durch die Anziehung der + Elektr. des Deckels gebunden ist, nicht so leicht in die Luft zerstreuen kann. Feuchtigkeit, Staub und Risse, die er leicht bekommt, vernichten seine Wirksamkeit in Kurzem.

Es leuchtet von selbst ein, daß statt des Harzes auch jede andere nicht leitende Substanz zu einem Elektrophor genommen werden kann, z. B. ein Stück in einen Rahmen ausgespanntes Seidenzeug, das auf beiden Seiten mit Metallplatten belegt wird, ein Stück ebenso belegtes Spiegelglas. Ebenso läßt sich eine Franklin'sche Tafel und selbst eine Leidner Flasche, deren innere Belegung so eingerichtet ist, daß sie sich bequem abheben und wieder einsetzen läßt, dazu benutzen, nur daß in diesen Fällen, weil das Glas durch Reiben mit einem amalgamirten Leder elektrisirt werden muß, an der Oberfläche des Glases, nicht wie am Harzkuchen — Elektr., sondern + Elektr. erregt wird. Auch eine gut gefirniste Stubenthür oder die Platte eines lakirten Tisches läßt sich wie ein Elektrophor behandeln, und bei trockner Witterung durch Peitschen mit einem Fuchsschwanz bis zum Funkengeben elektrisch machen. Zerlassenes Wachs, Chokolade und

andere Körper, die durch Aenderung ihrer Aggregatform elektrisch werden (§. 22.), stellen, wenn sie in isolirt stehenden Gefäßen erhalten, natürliche Elektrophore dar.

§. 20.

Der Condensator. **Bennet's** condensirendes Elektrometer.

Ein Instrument, um verschwindend kleine Mengen von Elektrizität, die für sich allein selbst ein empfindliches Elektroskop nicht afficiren würden, anzusammeln und durch dieses wahrnehmbar zu machen, ist der von Volta erfundene Condensator oder Electricitäts-Sammler, dessen Einrichtung, wie die des Elektrophors und der Verstärkungsplatte, auf das Gesetz der elektrischen Vertheilung gegründet ist. Die Haupttheile desselben sind die Basis, eine runde Metallplatte (wozu ein verkehrt gelegter hell polirter Teller von Zinn dienen kann), auf die am Rande drei kleine Glasstückchen oder Siegellacktröpfchen in gleich weiter Entfernung von einander gelegt sind, und die Sammlungsplatte oder der Collector, der in einem gewöhnlichen Elektrophor-Deckel mit isolirender Handhabe besteht. Wenn dieser auf die Basis gesetzt wird, so ist zwischen beiden Platten eine dünne Luftschicht enthalten, welche als schlechter Leiter zwar eine Vertheilung der Electricität bewilligt, aber sonst alle leitende Gemeinschaft zwischen den beiden Platten aufhebt. Berührt man, während die Basis leitend mit der Erde (z. B. durch Berührung mit dem Finger) verbunden ist, den Collector mit dem Körper, in welchem man Electricität vermuthet, und führt ihm z. B. schwache $+E$ von demselben zu, so macht dieses sogleich die Basis durch Vertheilung schwach elektrisch; das $+E$ des Collectors wird durch seine Beschäftigung mit dem $-E$ der Basis gebunden und dadurch seine Fähigkeit, noch mehr $+E$ aus dem schwach elektrischen Körper aufzunehmen, erhöht (§. 15.). So lange der Collector auf der Basis ruht, bleibt die in ihm bei fernerer Mittheilung angehäuften $+E$ (wegen ihrer Bindung durch die $-E$ der Basis) unbemerkbar; sobald man aber den Collector isolirt ab- und dadurch die Bindung der entgegengesetzten Electricitäten aufhebt, so wird alle auf dem Collector condensirte Electricität auf Ein Mal frei, und man kann sie dann an einem empfindlichen Elektroskop, das man vorher an dem Collector ange-

bracht hat, wahrnehmen. Ist die zu untersuchende Electricität sehr schwach, so ereignet es sich zuweilen, daß der Condensator nicht von ihr afficirt wird; sie wird dann noch entdeckt, wenn man mit der Kante des geladenen Deckels den Deckel eines zweiten kleinern Condensators berührt *). — Sehr zweckmäßig verbindet man mit dem Condensator das Bennetsche Goldblatt-Elektrometer (§. 11.), wodurch ein sogenanntes condensirendes Elektrometer gebildet wird. Man benützt nämlich den Deckel jenes Elektrometers als Collector, läßt drei kleine Tröpfchen Siegellack in der Form eines Dreiecks auf denselben fallen und legt dann über diese eine Metallplatte, die dann die Basis des gewöhnlichen Condensators vorstellt. Führt man, während die oben liegende Basis leitend mit dem Finger berührt wird, dem unter ihr befindlichen Metalldeckel des Elektrome-

*) Die Stelle der dünnen Luftschicht zwischen beiden Platten des Condensators kann auch durch einen andern dünnen Nichtleiter ersetzt werden, z. B. durch Wachstafel, Seidenzeug, Firniß oder einen andern Halbleiter, womit man die eine der Platten an ihrer Oberfläche überzieht. Nur muß darauf gesehen werden, daß die von dem Deckel aufgenommene Elektr. nicht etwa die Basis durch Mittheilung elektrisch mache, wodurch natürlich das Instrument seine Brauchbarkeit verlieren würde. Dieses geschieht sehr leicht, wenn die Elektr. dem Collector in einem zu starken Grade zugeführt wird, oder wenn die Schicht des Nichtleiters zu dünn ist und der Collector der Basis allzunaheliegt, oder wenn kleine Hervorragungen und Spizen, selbst Staub, die wirkliche Mittheilung der Elektr. begünstigen (§. 6.). Doch darf andererseits die Schicht des Nichtleiters auch nicht zu dick seyn, z. B. nicht aus einer Glasscheibe bestehen, weil dadurch das Instrument (einer Franklin'schen Verstärkungsplatte ähnlich werden, und) bei sehr geringen Spuren von Elektr., die dargestellt werden sollen, die Vertheilung zu sehr erschwert werden würde. Ueberdies könnte auch Glas durch die geringe Reibung bei dem Aufsetzen des Deckels leicht ursprünglich elektrisch werden, und dann durch elektrophorische Wirkung die dem Collector von dem untersuchten Körper gegebene Electricität durch fremde Elektr. vermehren. Von diesem Fehler sind selbst die erwähnten überfirnißten oder mit Taffet überzogenen Collectoren nicht ganz frei. — Nach Lichtenbergs Vorschlag kann auch der mit Taffet überzogene Deckel eines Elektrophors auf einen trocknen Tisch gesetzt, und, selbst ohne Ueberzug, als Condensator benützt werden, wenn der Tisch unter ihm mit drei kleinen Stückchen Glas belegt wird.

ters die auch noch so schwache Elektricität eines Körpers zu, so macht sich diese, sobald die Basis abgehoben wird, im verdichteten Zustande durch das Divergiren der Goldblättchen sogleich bemerklich. — Mit Hülfe so fein construirter Condensatoren hat man die merkwürdigsten Entdeckungen in Bezug auf Elektricität gemacht, und daß in vielen Fällen, wo man es vorher nicht vermuthete, Elektricität erzeugt wird (S. 2.); daß unter andern bei allen chemischen Operationen, z. B. beim Verdampfen und Auflösen (S. 22.), bei dem Erwärmen und Kaltwerden (S. 102. u. 110.) und bei mechanischen Veränderungen der Körper (S. 28.), elektrische Spannungen wachsen werden; ja daß selbst Körper, die für gute Leiter der Elektricität gelten und die man sonst nicht durch Reiben elektrisiren zu können glaubte, dadurch doch in den elektrischen Zustand versetzt werden, daß z. B. ein Metall sehr deutliche Spuren von Elektricität zeigt, wenn es einige Minuten an dem Collector eines Condensators gerieben wird (S. 4. *). Besonders wichtig ist die Anwendung des Condensators zur Entdeckung der galvanischen oder derjenigen Elektricität, welche durch bloße gegenseitige Berührung heterogener Körper erregt wird (S. 30.), obgleich er an Empfindlichkeit für den galvanisch-electrischen Strom dem Schweigger'schen Multiplikator und den Nerven kaltblütiger Thiere, z. B. denen der Frösche, nicht gleich kommt. (S. 32.)

§. 21.

Wirkungen der Reibungs-Elektricität. Anwendung derselben in der Heilkunde.

Von den Wirkungen der Elektricität, welche an dem Conductor einer thätigen Elektrisirmaschine sich beobachten lassen, war schon früher (S. 3.) die Rede. Gegenwärtiger §. führt die Wirkungen der verstärkten Elektricität, wie sie durch das Zusammenschlagen ihrer polar entgegengesetzten Bestandtheile in dem Funken der elektrischen Verstärkungsflasche sich individualisirt, uns vor, ohne daß einer detaillirten Darstellung elektrischer Versuche, die dem Zwecke dieser Einleitung fremd seyn würde, Raum gegeben ist. Die Wirkungen der verstärkten Elektricität zerfallen in 1) Mechanische. Isolirende oder schlecht leitende Körper werden, weil sie den Entladungskreis unterbrechen, von dem elektrischen Funken, wenn die Intensität

der elektrischen Spannung der Cohäsionskraft derselben überlegen ist, durchbohrt oder zerbrochen und umhergeworfen. Ein Kartenblatt z. B. wird durch den Funken fein durchlöchert, wobei das Loch auf jeder Seite einen aufgeworfenen Rand zeigt, der sich aus der entgegengesetzten Richtung, aus welcher die beiden Elektricitäten, die positive des innern und die negative des äußern Belegs der Flasche, bei ihrer Vereinigung in dem elektrischen Funken zusammen treffen, erklären läßt. Wasser, in das vermittelst zweier Drähte der elektrische Funke geleitet wird, wallt, beim Ueberspringen desselben von einem Draht zum andern, auf. Ein Cylinder von weichem Thon wird sphäroidisch aufgetrieben, wenn man mit Hülfe zweier Drähte, die in seiner Mitte etwas von einander abstehen, den Funken durch ihn schlagen läßt.

2) Leuchtende und erhitzende (thermische). Wenn der elektrische Strom durch ein schlecht leitendes Mittel, z. B. trockne Luft, geht, oder der leitende Körper, durch welchen er entladen wird, im Verhältniß zu der Menge von Elektricität, welche er entladen muß, eine zu geringe Capacität besitzt, d. h. für den Durchgang des elektrischen Stromes zu wenig Masse darbietet und dieser dadurch sehr zusammengepreßt wird, so entsteht Licht und Wärme mit ihren Folgen. Auf diese Weise wird der elektrische Funken selbst erzeugt (§. 7.). Die mit ihm verbundene Wärmeentwicklung macht sich in dem entladenden Körper durch eine Temperatur-Erhöhung bemerkbar, die, wenn der Körper sehr fein, z. B. ein dünner Stahldraht ist, bis zur Glüh- hitze und Schmelzung desselben steigt. Bei geringerer Stärke des Entladungsschlages läuft der Draht wenigstens gelb und blau an; bei sehr großer Stärke dagegen verstäubt er in Rauch unter Erscheinung eines weiß glänzenden Blizes, wobei das Metall (bei freiem Zutritte der atmosphärischen Luft) in ein Dryd umgewandelt wird. Leicht entzündliche Stoffe, wie erwärmter Weingeist, Naphthen und Wasserstoffgas (z. B. in der elektrischen Pistole, und in dem sonstigen durch Döbereiner's beliebtes Platinfeuerzeug jetzt fast verdrängten elektrischen Schnellfeuerzeug) werden schon durch den schwachen Funken eines elektrisirten Conductors entzündet; Harzstaub und Schwefelblumen, wenn sie in Baumwolle gefüllt mit dem Knopfe einer Flasche in unmittelbare Berührung gebracht werden, und Schießpulver, wenn durch Unterbrechung des Entladungskreises

mit einem unvollkommenen Leiter, z. B. einem Stück nassen Bindfadens, der elektrische Schlag verlangsamt und dadurch seine Wirkung dauernder gemacht wird (S. 18. *). Undurchsichtige Körper, an denen der elektrische Funke vorüberfährt, z. B. Bimsstein, Psephenon, Eier, werden durch das Licht desselben erleuchtet und durchscheinend. Wird er über ein Stück Kreide geleitet, so läßt er einen lichten Streifen auf dieser zurück. Phosphorescirende Körper, z. B. Schwerspath, über welche die elektrische Explosion geht, leuchten nachher in einem andern Lichte.

3) Chemische Wirkungen, die sowohl entmischend (ausscheidend) als zusammensetzend (verbindend) sind, in denen sie aber der galvanischen Elektrizität weit nachsteht (S. 50. u. 51). Bei Zersetzungen, die man durch Elektrizität bewirkt, wird der Sauerstoff an der Seite, wo die $+ E$ eintritt, die alkalischen Stoffe dagegen an der Seite des $- E$ angesammelt. Wasser, in das man die beiden Entladungsdrähte führt, wird auf diese Art in seine beiden gasförmigen Bestandtheile, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, zerlegt. Umgekehrt wird durch den elektrischen Funken, der in Knallgas (eine Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff, ohngefähr in dem Verhältniß von 1:2) schlägt, dieses (mit einem Knalle) entzündet und dadurch eine neue Verbindung, Wasser, erzeugt. Doch ist zur Zersetzung von gut leitenden Flüssigkeiten erforderlich, daß kleine Funken längere Zeit einströmen, und die Enden der eingesenkten Leitungsdrähte in möglichst kleiner Fläche mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, was am Besten erzielt wird, wenn man feinen Platindraht in Haarröhrchen einschmilzt, die Spitze abschleift und in kleiner Entfernung von einander durch zwei solche Spitzen die beiden Elektrizitäten in die Flüssigkeit entladet. Die aufsteigenden Gase werden auf die später (S. 49.) zu beschreibende Weise in besondern Gefäßen aufgefangen. Desoxydationen von Metalloryden sind nur schwer durch den elektrischen Funken zu bewirken. Ueber mit Zinnober roth gefärbtes Papier geführt, wird seine Bahn durch schwarze Flecke auf diesem bezeichnet. Ein schmaler Streifen (ächtes oder unächtes) Blattgold, zwischen zwei Glasstreifen fest eingepreßt, wird bei Durchleitung des elektrischen Schlages theils verfalzt, theils geschmolzen, und so fest in das Glas getrieben, daß er weder durch mechanische noch durch chemische Mittel aus diesem entfernt werden kann; zuwei-

len zeigen sich zugleich um denselben prismatische Farben auf dem Glase.

4) Magnetische Wirkungen, die aber ebenfalls nicht so in die Sinne fallen, als wenn galvanisch- elektrische Ströme mit dem Magnetismus in Conflict treten (§. 73.). Der Darstellung dieser Gattung von elektrischen Erscheinungen ist der §. 88. gewidmet. Es genüge hier, nur anzuführen, wie durch den Schlag einer elektrischen Flasche, den man der Länge nach durch eine Magnetenadel führt, dieser ihre magnetische Kraft geraubt wird, und umgekehrt unmagnetische Stahlnadeln durch eine Reihenfolge elektrischer Schläge magnetische Polarität erhalten, wenn man diese quer darüber oder mittels schraubenförmig gewundener Drähte um sie herum leitet.

5) Physiologische Wirkungen oder Wirkungen auf den Organismus der Pflanzen und Thiere. Mäßige Grade der elektrischen Erschütterung sind ein kräftiges Reizmittel für die Nerven und die Muskelfasern des thierischen Körpers, und somit auch nicht ohne Einfluß auf die Thätigkeit des Gefäßsystems, als dessen Folge Erhöhung der Wärmeentwicklung, der Ausdünstung und Circulation der Säfte, überhaupt des ganzen animalischen Lebensprocesses entsteht. Vorzüglich sind die Nerven der Empfindungsorgane ihrer Einwirkung zugänglich, in denen sie die diesen entsprechenden Eindrücke auf das Sensorium erweckt. Werden Bewegungsnerven, ebenfalls gute Leiter der Elektrizität (§. 4.), von ihr getroffen, so entstehen unfreiwillige Muskelcontraktionen. Wird z. B. eine elektrische Flasche durch beide Hände entladen, so werden die Gelenke der Hände und Arme und selbst die Brust durch den Entladungsschlag convulsivisch bewegt. Diese Wirkung ist um so energischer, je größer die belegten Flächen der Flasche sind und je mehr durch fortgesetztes Laden die elektrische Spannung in ihr gesteigert wurde. Aus einer kleinen Flasche, die ganz voll geladen wird, ist sie stärker als aus einer sehr großen, die aber nur eine schwache Ladung hat, obschon zu dieser geringen Ladung ungleich mehr Elektrizität verwendet worden ist, als zu der der kleinen Flasche. Anders verhält es sich mit der Wirkung des elektrischen Schlages, wenn der Entladungskreis durch leblose Körper geschlossen wird. Die Wärmeerscheinungen und chemischen Wirkungen, die er bei seinem Durchgange durch diese hervorbringt, sind nicht sowohl von der elektrischen Spannung, als vielmehr von der Menge

der in der Flasche angehäuften Elektricität abhängig, und der schwache Schlag einer sehr großen Flasche oder einer Batterie entzündet, schmilzt und oxydirt daher oft Körper, welche bei dem heftigen Schläge einer kleinen und ganz voll geladenen Flasche keiner Veränderung in ihrer Beschaffenheit unterliegen. In frisch getödteten Thieren, die gleich nach dem Tode, wo die Reizbarkeit der thierischen Faser noch nicht ganz verschwunden ist, dem Entladungsschläge überlassen werden, entstehen ebenfalls heftige Zuckungen. Starke Flaschenschläge betäuben und vernichten die natürliche Reizbarkeit jedes organischen Lebens und wirken tödtlich wie der Blitz. Bei kleinen Thieren, wie Mäuse, Sperlinge, sind dazu schon mäßig starke Schläge einer Flasche hinreichend. Frösche dagegen halten oft die stärksten Schläge ohne Nachtheil aus; ebenso auch Raupen. Größere Thiere, z. B. Pferde, verlangen zu ihrer Tödtung die volle Ladung sehr großer Batterien. Pflanzen werden durch den elektrischen Schlag sehr leicht zerstört. Die gemeine Balsamine senkt nach einem schwachen Schläge sogleich ihre Zweige.

Man hat seit den frühesten Zeiten, besonders nach Erfindung der Verstärkungsflasche, die Maschinen-Elektricität oft mit gutem, aber eben so häufig mit geringem Erfolge als Heilmittel gegen Krankheiten verschiedener Art angewendet. Auch hat sie als Wiederbelebungs mittel im Scheintode einen Ruf erlangt. Zu den Krankheiten, in welchen sie sich wirksam gezeigt hat, gehören: Der schwarze Staar, Schwerhörigkeit, wenn diese auf Lähmung der Nerven beruhen, ferner Lähmungen und Contracturen der Muskeln (wo die Wirkung der Elektricität auf die Antagonisten gerichtet werden muß), Convulsionen, skrophulöse Anschwellungen der Drüsen und andere kalte Geschwülste, inveterirte Rheumatismen, verhaltene Menstruation, chronische Augenentzündungen (die vorzugsweise durch den elektr. Hauch geheilt werden) und der Scheintod, insonderheit vom Blitz Getroffener oder Ertrunkener (wo anfangs schwache, dann stärkere elektrische Schläge aus der Leidner Flasche von irgend einer Seite des Halses oder von dem Nacken aus durch die Gegend des Herzens oder des Zwergfells geleitet werden müssen). Beachtenswerth ist die in neuerer Zeit wiederholt gemachte Beobachtung, daß die Beschwerden derer, die am Bandwurm leiden, augenblicklich beseitigt wer-

den, wenn man einige elektrische Schläge quer durch den Unterleib entladet *).

*) Da die Elektrizität durch Ueberreizung leicht schädlich wirkt und, der Erfahrung nach, die Empfänglichkeit für sie bei verschiedenen Personen auch sehr verschieden ist, so gilt als Regel: bei ihrer medicinischen Anwendung jederzeit mit den gelindesten Graden anzufangen, und erst wenn diese ohne Wirkung bleiben, zu den stärkern überzugehen. Sodann ist es rathsam, bei längerer Anwendung derselben an die Stelle der positiven Elektr., wenn mit dieser der Anfang gemacht wurde, eine Zeitlang die negative treten zu lassen, um die durch erstere abgestumpfte Reizempfänglichkeit wieder herzustellen. In Krankheiten, die auf Entzündung beruhen, oder mit dieser complicirt sind, so wie bei Blutandränge, ist ihr Gebrauch verboten. Auch dürfen Schwangere nie der Einwirkung einer starken Elektr. ausgesetzt werden. Die Methoden selbst, welche die Erfahrung als wirksam gegen die genannten Krankheiten bestätigt hat, sind folgende: 1) Das elektr. Bad, der geringste Grad der elektr. Kur, und daher besonders bei empfindlichen Personen, namentlich gegen allgemeine Krämpfe und Schwäche, anwendbar. Der Kranke wird in dieses gebracht, indem man ihn entweder auf einem Isolirbrette oder in dem Bette isolirt und mit dem Conduktor der Elektrisirmaschine in leitende Verbindung bringt. 2) Die unmerkliche Durchströmung, welche dadurch bewirkt wird, daß man die Elektr. des Conduktors vermittelst eines Leiters durch den kranken Theil des Körpers leitet und von da in den Boden abfließen läßt, oder, wenn die Wirkung gesteigert werden soll, den leidenden Theil zwischen zwei Leiter bringt, von denen der eine mit dem positiven, der andere mit dem negativen Conduktor der Maschine in Verbindung ist, und so die entgegengesetzten Ströme der beiden Elektr. in jenem sich unmerklich ausgleichen läßt. 3) Der elektrische Hauch oder die elektr. Douche, bei welcher man vermittelst besonderer Zuführer (Direktoren), d. h. konisch geformter Spitzen, die auf einem Metalldrahte mit isolirender Handhabe befestigt sind, die Elektrizität aus dem Conduktor auf den leidenden Theil 5 bis 8 Minuten lang ausströmen läßt, oder, während der Kranke auf einem Isolatorium mit dem Conduktor in Verbindung sich befindet, mittelst eines solchen Direktors (von dessen Drahte eine Kette auf den Boden herabhängt) die Elektr. aus ihm aufsaugt. Je feiner die Regel zugespitzt sind, desto milder, je abgestumpfter sie sind, desto heftiger ist ihre Wirkung; auch geben metallene Regel einen sanftern Strom als hölzerne (von Buchsbaumholz), weshalb man mit jenen den Anfang der Kur macht. Um den elektr. Strom ins Ohr zu leiten, bedient man sich eines Drahtes, der in eine dünne Glasröhre eingeschlossen ist. 4) Einfache

2. Die durch Veränderungen in dem Aggregat-Zustande und in der Gemischten Constitution der Körper erzeugte Electricität. Atmosphärische Electricität.

§. 22.

Entstehungsart. Elektro-Chemie.

Auf eine noch unerforschte und nicht durch Reibung, wie man früher glaubte, zu erklärende Art wird bei allen Veränderungen, welche die Aggregatform der Körper treffen, Electricität

Funken, die man mittelst einer, statt des Kegels auf den Direktor geschraubten (anfänglich metallenen, später hölzernen) Kugel auf die angegebene zweifache Weise aus dem leidenden Theile zieht; bei dem schwarzen Staare aus den Augenbogen, aus den geschlossenen Lidern, und zuletzt aus dem geschlossenen Auge selbst; bei rheumatischem Zahnweh aus dem Backen, bei Taubheit aus dem innern Ohrgang, bei Rheumatismen und dergleichen Lähmungen aus dem vorher mit Flanell umwickelten Gliede, auf dem man die Kugel des Direktors hin und her schiebt. Zu dieser, wie zu den drei vorhergehenden Methoden ist eine Maschine, deren Conduktor wenigstens 3" lange Funken schlägt, erforderlich. 5) Elektrische Schläge aus der Leidner Flasche, die heftigste Art der elektr. Behandlung und erst nach vergeblichen Versuchen mit den mildern Methoden indicirt, bei der man sich, um die Stärke der Schläge in der Gewalt zu haben, des Lane'schen Auslade-Elektrometers (Fig. 6.) bedient. Höchstens 15 Schläge werden hinter einander durch den kranken Theil geführt, deren Intensität, nach Erforderniß, noch durch einen unvollkommenen Leiter, z. B. nassen Bindfaden, mit dem man die Leitungskette des Ausladers unterbricht und dadurch die Entladung der Flasche verzögert, gesteigert werden kann (§. 18.^o). Bei dem schwarzen Staare werden schwache Schläge durch den Vorderkopf, vom Nacken aus nach der Supra-orbital-Gegend oder vom Hinterkopfe durch das Auge selbst geleitet, bei Taubheit von der Cusack'schen Röhre durch den äußern Gehörgang, indem man mittelst einer Glasröhre einen vorn abgestumpften in jene und einen zweiten ebenso in diesen einführt; bei Krämpfen durch das Rückenmark und bei dem Ausbleiben der Katamenien, dessen Ursache in Atonie des Uterus liegt, von dem Kreuzbein aus nach vorn durch das Becken. Bei den am Bandwurm Leidenden wird durch quer durch den Unterleib geführte Ladungsschläge dieser so gelähmt, daß er durch gleich darauf gebrauchte Abführungsmittel leicht fortgeschafft werden kann. M. vergl. Sunitelin, Anleitung zur Anwendung der Electricität und des Galvanism. 8. Berlin, 1822.