Elektricität.

Wenn man eine Siegellackstange zwischen wollenem Zeuche reibt, so erhält sie die Eigenschaft, leichte Körper, z. B. kleine Papierschnittchen, an sich zu ziehen, und wenn man die Stange nahe über einen Tisch hält, so bemerkt man, daſs diese leichten Körperchen eine kleine Weile zwischen dem Siegellack und dem Tische auf und nieder hüpfen. Diese Erscheinung entsteht durch die Elektricität.

Schwefel, Bernstein, trockenes Glas u. m. a. haben dieselbe Eigenschaft. Sie wurde zuerst am Bernstein entdeckt, und weil dieser bei den Griechen Elektron hieſs, nach ihm Elektricität genannt.

Nicht alle Körper werden durch Reiben elektrisch; diejenigen, welche es am gewöhnlichsten und stärksten werden, sind, auſser den vorgenannten, Harz, Seide oder Seidenzeuch, Wolle, Haare, im Ofen gedörrtes Holz, Wachs u. d. m. Diese Körper werden idioelektrische — selbstelektrische — genannt.

Wenn man die durch Reiben entstehende Elektricität etwas aufmerksamer beobachtet, so findet man, daſs sowohl der reibende, als der geriebene Körper elektrisch werden, beide aber in gewisser Hinsicht sich anders verhalten, so daſs die Elektricität in beiden verschiedenartig zu sein scheint.

Man glaubte anfänglich, daſs der geriebene Körper dem reibenden Elektricität entziehe, und daſs dadurch in jenem Ueberfluſs, in diesem aber Mangel an Elektricität entstehe; man hat aber nachher gefunden, daſs diese Vorstellungsweise unrichtig ist, und daſs beide Körper Ueberschuſs an Elektricität empfangen, und Symmer bewies zuerst, daſs die Elektricität in beiden von verschiedener Art sei.

Daraus hat man den Schluſs gezogen, daſs in allen Körpern unseres Erdbodens ein Stoff enthalten sei, den man elektrische Materie (*Electricum, Electroge-*

nium) nennen könne und welcher aus beiden einfachen Elektricitäten zusammengesetzt sei. Dieser Stoff besitzt keine Eigenschaft, wodurch er für unsere äufseren Sinne wahrnehmbar wird, sondern er offenbart sich erst dann, wenn er in seine Bestandtheile zerlegt wird.

Benjamin Franklin, welcher zuerst eine Theorie der Elektricität aufzustellen versuchte und den Unterschied beider Elektricitäten darin zu finden glaubte, dafs die eine Ueberschufs, die andere aber Mangel an Elektricität sei, nannte jene positive (+ E), diese aber negative Elektricität (— E), und diese Benennungen hat man auch bis jetzt beibehalten.

Die positive *Elektricität* (+ E) unterscheidet sich von der negativen (— E) *ihrem Verhalten nach in vielen Fällen sehr deutlich:*

1) Durch die Figuren, die ein, auf einen elektrisirten Körper gesiebtes feines Pulver bildet; wenn man z. B. auf eine belegte Glasscheibe oder auf einen Harzkuchen ein metallenes Knöpfchen stellt und einen Funken von + E darauf fallen läfst; so entsteht, wenn man das Knöpfchen mittelst einer Siegellackstange weghebt, und ein wenig gepulvertes Harz oder auch gewaschene und wieder getrocknete Schwefelblumen über die elektrisirte Stelle siebt, eine sternförmige runde Figur. Stellt man den Versuch mit — E an, so entsteht auch eine runde Figur, aber ohne Strahlen, mit dendritenähnlichen Verästelungen. *Der Versuch gelingt, selbst wenn man vor dem Elektrisiren das Pulver auf die Scheibe siebt.*

2) Durch den Geschmack, wenn man die E aus einer elektrisirten Spitze auf die Zunge ausströmen läfst, wo die positive einen säuerlichen, die negative aber mehr einen brennenden, beinahe einen alkalinischen Geschmack erregt.

3) Durch die verschiedenartigen chemischen Erscheinungen, welche sie in den Körpern, besonders in flüssigen Stoffen, hervorbringen; so verwandelt z. B. + E, die aus einer Spitze auf angefeuchtetes Lackmuspapier ausströmt, dessen blaue Farbe in Roth, zum Beweise,

dafs eine Säure dabei gebildet wird, und — E giebt ihm seine blaue Farbe wieder u. s. w.

4) Durch ihr verschiedenes Licht. Wenn man + E aus einer etwas stumpfen Spitze ausströmen läfst, so bildet sich ein oft mehrere Zoll langer, röthlichblauer Lichtbüschel; läfst man aber — E aus derselben Spitze ausströmen, so zeigt sich blofs ein leuchtender Punkt. Im luftleeren Raume fallen diese Erscheinungen noch mehr in die Augen.

5) Durch den Umstand, dafs verschiedene Körper, unter gewissen Verhältnissen, die eine E leicht leiten, die andere aber nur höchst schwierig durch sich durchgehen lassen.

Zwei Körper, die einerlei Elektricität besitzen, stofsen einander ab, und ziehen sich im entgegengesetzten Falle an, wenn sie nämlich verschiedene Electricitäten haben. Der Abstand, in welchem dieses vor sich geht, heifst der Wirkungskreis der Elektricität, die elektrische Atmosphäre. Leichte Körper, welche nicht elektrisirt sind, werden in geringer Entfernung von elektrisirten angezogen, aber auch wieder zurückgestofsen, sobald sie die E des elektrisirten Körpers angenommen haben. Treffen sie alsdann in der Nähe auf einen Körper, welcher die entgegengesetzte oder gar keine Elektricität besitzt, so werden sie von diesem angezogen, setzen ihre Elektricität an ihn ab, und werden dann von dem ersten elektrischen Körper wieder von neuem angezogen, so dafs man sie auf diese Weise so lange hin- und herhüpfen lassen kann, bis sie den gröfsten Theil der E des elektrischen Körpers an sich genommen und fortgeführt haben. Hierauf gründen sich mehrere elektrische Spielwerke, z. B. die elektrische Spinne, das Glokkenspiel, der Puppentanz u. d. m.

Diesen Umstand benutzt man auch, um die Art der Elektricität eines Körpers auszumitteln. Man hat z. B. schon durch Versuche bestimmt, dafs Glas, welches gerieben wird, + E, hingegen Harz stets — E annimmt. Nimmt man daher eine kleine, an den Enden zugeblasene Glas-

röhre und überzieht die eine Hälfte derselben mit einem Lackfirnisse, so giebt sie beim Reiben auf der lackirten Hälfte — E, auf der anderen aber, wo das Glas bloſs ist, + E. Wenn man nun einem, an einem Seidenfaden aufgehängten Kügelchen von Fliedermark die E des zu untersuchenden Körpers mittheilt, so kann man mit jener Glasröhre leicht ausmitteln, von welchem Ende derselben das Kügelchen angezogen oder abgestoſsen wird.

Die Abstoſsung der Körper, welche einerlei E besitzen, hat auf die Erfindung eines Werkzeuges geführt, wodurch sich die Anwesenheit der Elektricität entdecken läſst, wenn sie von so geringer Stärke ist, daſs sie für sich unseren Sinnen nicht wahrnehmbar wird. Dieses Werkzeug besteht aus zwei kleinen Kügelchen von Kork oder Fliedermark, oder auch aus zwei feinen, zolllangen Strohhälmchen, die an einem feinen Faden aufgehängt sind, oder auch aus zwei an einem Metalldrath aufgehängten Goldblättchen, welche in der Nähe eines elektrischen Körpers oder innerhalb seines Wirkungskreises dessen Elektricität annehmen und einander abstoſsen. Dieses Werkzeug nennt man Elektrometer (Elektricitätsmesser) oder richtiger Elektroskop (Elektricitätszeiger).

Gewisse Körper lassen die entwickelte E sehr leicht durch sich hindurchgehen und werden deshalb Elektricitäts-Leiter genannt. Die besten Leiter sind Metalle, Holzkohlen, Graphit (oder Reiſsblei) u. m. a. Andere Körper hingegen lassen die E schwieriger und langsamer durch; man nennt sie Halbleiter; es gehören dazu Wasser, Kreide und Steinarten im Allgemeinen u. s. w. Noch andere Körper gestatten ihr beinahe gar keinen Durchgang; sie heiſsen Nichtleiter; dahin gehören Glas, Harz und überhaupt alle diejenigen Körper, welche durch Reiben elektrisch werden.

Die beiden Elektricitäten + E und — E, die in ihrer Verbindung mit einander den für uns unbemerkbaren elektrischen Stoff ausmachen, können sowohl durch mechanische, als auch durch chemische Hülfsmittel von

einander getrennt und für uns wahrnehmbar gemacht werden.

1. Erregung der Elektricität durch Reiben.

Sie erfolgt, wenn zwei Körper gegen einander gestoſsen oder gerieben werden.

In allen Körpern wird dadurch Elektricität erregt; in Leitern kann sie sich aber natürlicherweise nicht ansammeln, wenn sie nicht auf Nichtleiter so aufgestellt werden, daſs der freie Durchgang der E nach dem Erdboden dadurch verhindert wird. Wird ein Leiter auf diese Weise aufgestellt, so heiſst er isolirt.

Am besten und reichlichsten wird die Elektricität durch das Reiben von Nichtleitern erregt, wenn man z. B. Glas oder Harz mit Wolle oder Haaren reibt.

Die Trennung der beiden Elektricitäten wird hierbei dadurch bewirkt, daſs z. B. das Glas beim Reiben die + E des reibenden Körpers aufnimmt, und dadurch die — E, welche vorher mit der + E in dem reibenden Körper verbunden war, sich in diesem ansammeln muſs. Wird Harz gerieben, so findet ein gleiches Verhalten statt, nur mit dem Unterschiede, daſs das Harz die — E des reibenden Körpers an sich zieht und daher die + E in diesem sich anhäuft.

Sind beide, sowohl der reibende, als der geriebene Körper, isolirt, das heiſst, so von Nichtleitern umgeben, daſs die in ihnen freigewordene E nirgends hin entweichen kann, so ist die Trennung des elektrischen Stoffes in + und — E unbedeutend; wird aber einer von beiden, gleichviel welcher, durch einen Leiter mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt, so daſs die E desselben entweichen und der Trennung der elektrischen Materie nicht weiter entgegenwirken kann, so sammelt sich die entgegengesetzte E in dem andern Körper in gröſserer Menge an. Verbindet man beide Körper durch Leiter mit der Erde, so verschwinden die meisten Merkmale der erregten E, weil sie im Augenblicke der Erregung

von

von den Leitern aufgenommen und zur Erde zurückgeführt werden.

Stellt man einen isolirten Leiter an den elektrisirten Körper, so nimmt derselbe einen Theil der Elektricität des letztern auf, und wenn man mit einem Finger oder einem anderen leitenden Körper in seinen Wirkungskreis kommt, so bricht ein Funken hervor, womit die E des Leiters verschwindet und gleichsam durch den ableitenden Körper zur Erde zurückgeführt und wieder ins Gleichgewicht gesetzt wird.

Allein dieser Funke ist keine einfache Mittheilung der E des elektrischen Körpers an den ableitenden, sondern er besteht aus der + E des einen und aus der — E des andern Körpers, die in irgend einem Punkte des Abstandes, welchen der Funke zu durchfahren scheint, sich vereinigen und in Gleichgewicht setzen. Hat der Körper, welcher dem elektrischen Leiter nahe gebracht wird, eine gleichförmig abgerundete Oberfläche, so erscheint der Funke mitten zwischen beiden Körpern. Diefs rührt daher, dafs in demselben Augenblicke, wo der elektrisirte Körper einen Ueberschufs z. B. von + E fahren läfst, auch der nicht elektrisirte, der diesen Ueberschufs zur Erde abzuleiten scheint, eine entsprechende Menge — E los läfst, daher beide E auf halbem Wege sich begegnen, ins Gleichgewicht setzen und für unsere Sinnen verschwinden. Daher wird der Funke im Vereinigungspunkte da abgebrochen, wo alle Erscheinungen von E aufhören.

Je mehr die Oberfläche abgerundet ist, desto leichter läfst sie die E fahren, so dafs, wenn man einen elektrisirten Leiter einem anderen, weniger abgerundeten, nicht isolirten Leiter nähert, der elektrische Funke zunächst bei dem letztern abgebrochen wird, weil aus ihm die E schwerer ausströmt. Vermindert man die Abrundung des einen Körpers bis zu einer Ebene, und zugleich den Durchmesser des anderen abgerundeten Körpers nach und nach so weit, dafs dieser zuletzt eine Spitze bildet; so wird man finden, dafs das Abbrechen des Fun-

kens sich dem abgeplatteten Körper immer mehr nähert, bis endlich, wenn man einer völlig ebenen Fläche eine Spitze entgegen hält, der elektrische Funke ganz verschwindet und beide E sich auf der ebenen Fläche selbst vereinigen. In diesem Falle erscheint die ausströmende positive Elektricität im Dunklen als ein röthlichblau leuchtender Lichtbüschel, die negative aber als ein kleiner leuchtender Stern.

Spitzen geben sonach stets Elektricität von sich, sie mögen übrigens selbst elektrisirt sein oder nur einem elektrischen Körper nahe gebracht werden, und können nicht Elektricität einsaugen, wie man früherhin sich vorstellte; daher eine Metallspitze, *die man einem positiv elektrisirten Leiter, z. B. dem Conduktor einer Elektrisirmaschine*, bis auf einen gewissen Abstand nähert, nicht von dem Conduktor + E einsaugt, sondern ihm — E zubläst, durch deren Vereinigung die Elektricität des Conduktors verschwindet. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man zwischen der Spitze und dem Conduktor ein brennendes Licht hält, wo man das Blasen der Spitze auf die Flamme deutlich wahrnimmt. Dieses Blasen entsteht dadurch, dafs die Spitze die vor ihr befindliche Luft fortdauernd elektrisirt, und wenn diese gleiche E mit der Spitze angenommen hat, von letzterer abgestofsen wird. Auf diesen Umstand gründen sich mehrere elektrische Spielereien, z. B. das elektrische Rad, die Windmühle u. a. m.

Elektrisirmaschinen nennt man diejenigen Vorrichtungen, vermittelst deren man die Elektricitäten durch Reiben erregen und sodann in isolirte Leiter sammeln kann.

Der Körper, welcher gerieben wird, ist gewöhnlich von Glas, entweder eine runde Scheibe, oder eine Kugel, oder am besten eine Walze, die sich auf einem Lederkissen reibt, auf welchem etwas Musivgold, oder ein Amalgam (aus 1 Theile Zink, 1 Theile Zinn und 2 Theilen Quecksilber, welches man mit ein wenig Fett zu einer Salbe zusammenreibt,) aufgestrichen wird. Nebenbei

wird an das Lederkissen noch ein Stück Wachstuch so befestigt, dafs es sich beim Reiben um die gläserne Walze herumlegt. Dieses Kissen heifst das Reibezeug, Frottoir.

Der isolirte Leiter besteht gewöhnlich aus Messing, steht auf einem Glasfufse und wird der Conduktor genannt. Je gröfser die Oberfläche des Conduktors im Verhältnisse zu seinem Umfange ist, desto bessere Dienste leistet er, und umgekehrt. Daher kann ein langer und dünner Conduktor mehr Elektricität aufnehmen und an sich behalten, als ein kurzer und dicker von gleichem Cubikinhalte. Die Elektricität scheint sich nämlich durchaus nach der Oberfläche zu richten und ein solider Conduktor kann daher nicht stärker elektrisirt werden, als ein hohler. Das von der Maschine abgewendete Ende des Conduktors mufs sich in eine ziemlich starke Kugel endigen, das der Maschine zugekehrte Ende aber, welches $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll vom Glase abstehen mufs, in eine oder mehrere Spitzen ausgehen.

Wird die Maschine gedreht und durch Reiben elektrisch, so nimmt der Conduktor gleiche Elektricität an, aber nicht dadurch, dafs er sie vom Glase an sich zieht, sondern dadurch, dafs die durch Reiben in der Maschine erregte + E durch die aus dem Conduktor entgegenströmende — E gesättiget, dabei aber eine entsprechende Menge + E in dem Conduktor frei wird.

Aufser den erwähnten Spitzen des Conduktors müssen alle andere Spitzen in der Nähe der Maschine vermieden werden, weil sie ihr sonst entgegengesetzte E zuführen und die Wirkung derselben aufheben.

Feuchte Luft leitet die Elektricität, trockene hingegen verstattet ihr keinen Durchgang. In feuchter Luft kann daher kein Körper isolirt werden, vielmehr hebt solche die Wirksamkeit der Elektrisirmaschine ganz oder doch zum gröfsten Theile auf.

Wenn man an einer Maschine sowohl das Reibezeug, als auch den Conduktor isolirt, so entwickelt sich nur eine ganz schwache Elektricität; wenn man aber das Rei-

bezeug mit dem Erdboden in Verbindung bringt, so fängt die Erregung der Elektricität an vor sich zu gehen, und der Conduktor nimmt bei gewöhnlichen Glasmaschinen + E an. Isolirt man umgekehrt das Reibezeug und bringt den Conduktor mit der Erde in leitende Verbindung, so wird das Reibezeug — elektrisirt, so dafs man auf diese Weise von einer gut eingerichteten Maschine nach Willkühr + und — E erhalten kann.

Wenn ein Nichtleiter, das heifst, ein solcher Körper, welcher durch Reiben elektrisch werden kann, auf der einen Seite durch irgend einen Umstand freie Elektricität empfängt, so entweicht aus ihm auf der andern Seite, wenn er nicht aller *ableitenden* Gemeinschaft mit dem Erdboden beraubt (*d. h.* wenn er nicht isolirt) ist, eine eben so grofse Menge gleichartiger E. Es ist leicht einzusehen, dafs das Entweichen und Empfangen von E ganz und gar davon abhängt, ob der Körper selbst spitzig oder von Spitzen umgeben ist.

Sind die Seiten eines auf diese Weise elektrisirten Nichtleiters mit Metallplatten bedeckt, so äufsert sich die Erscheinung noch stärker und deutlicher, und das um so mehr, je dünner der Nichtleiter ist. Wenn man z. B. eine neue, gehörig gereinigte und getrocknete Glasscheibe auf beiden Seiten mit Stanniol (Zinn, was bis zur Papierstärke ausgewalzt ist,) so belegt, dafs nach Verhältnifs der Gröfse der Scheibe ein breiterer oder schmälerer Rand des Glases von der Belegung frei bleibt, um die leitende Gemeinschaft zwischen beiden Belegungen zu unterbrechen, und man läfst dann auf die eine Seite z. B. + E einströmen; so findet man bei Annäherung eines Fingerknöchels an die andere Seite, dafs hier eben so viele + E entweicht. Dadurch sammelt sich nun auf der einen Seite ein Ueberschufs von + E und auf der andern von — E. Stellt man dann eine leitende Verbindung zwischen den Metallbelegungen beider Seiten her, so springt ein heftig prasselnder Funke hervor, und wenn ein Mensch diese Verbindung mit den Händen bewirkt, so fühlt er eine starke Zuckung in dem Arm. Dieser sogenannte

elektrische Schlag oder Stofs entsteht dadurch, dafs die auf beiden Seiten des Nichtleiters angehäuften beiden Elektricitäten sich mit ausserordentlicher Heftigkeit ins Gleichgewicht setzen und zu dem unbemerkbaren elektrischen Stoffe verbinden. Mit ihnen zugleich verschwinden auch alle Spuren von Elektricität in der Scheibe.

Anstatt solcher mit Metallplatten belegter Glasscheiben bedient man sich auch gläserner Flaschen oder anderer gröfserer Glasgefäfse, deren äufsere und innere Seite, bis auf eine Breite von 2 bis 4 Zoll um die Oeffnung herum, welche frei bleibt, mit Stanniol oder Blattgold belegt wird. Die Oeffnung verschliefst man mit einem Kork, durch welchen ein starker Metalldrath geführt wird, der mit seinem untern Ende die innere Belegung der Flasche berührt, auf dessen oberes, aus der Flasche hervorstehendes Ende aber eine kleine Messingkugel aufgeschraubt wird. Eine solche Flasche nennt man eine Ladungsflasche (Leidener Flasche), und ihre Elektrisirung nennt man das Laden. Ein scheerenförmiges Instrument von Metalldrath, mit einem gläsernen Griffe, und an beiden vorderen Enden mit Kugeln versehen, womit man die äufsere und innere Belegung in Verbindung bringt, heifst ein Auslader. Stellt man mehrere dergleichen Ladungsflaschen so zusammen, dafs ihre äufseren Belegungen in leitender Verbindung mit einander stehen, und ihre inneren Belegungen auf einmal elektrisirt werden können; so wird diese Vorrichtung eine elektrische Batterie genannt. Ihre Ladung erfordert mehr Elektricität, allein ihr Schlag ist auch um so viel stärker. Ihre Wirkung läfst sich so verstärken, dafs man kleine Thiere, z. B. Hunde, Katzen u. d. m. damit tödten kann.

Jeder elektrische Schlag wird von Wärme begleitet; bei kleinen Ladungsflaschen ist dieselbe nicht bedeutend, doch aber hinreichend, um Naphta, Alkohol, Harz u. m. a. leicht entzündliche Körper anzuzünden. Mit gröfseren Batterien aber kann man Holz anzünden, Metalldrath glühen und schmelzen, und wenn er fein ist, bisweilen sogar das Metall augenblicklich ganz in Gas verwandeln.

Ein starker elektrischer Schlag, der durch Wasser geleitet wird, versetzt einen kleinen Theil davon augenblicklich in Gasgestalt, wodurch das übrige Wasser weit umher geworfen wird.

Bei diesen Versuchen verdient bemerkt zu werden, daſs die Elektricitäten im Augenblicke der Entladung, d. h. sobald sie aufhören sich als Elektricität zu äuſsern, als Licht und Wärme erscheinen, oder diese hervorbringen. Die Erscheinung des Feuers bei elektrischen Ausladungen wird nur dann wahrnehmbar, wenn der Körper, durch welchen die Entladung geschieht, im Verhältniſs der Menge von Elektricität, welche er entladet, eine geringe Capacität besitzt. Daher bemerkt man bei groſsen Ausladern keine Erhöhung der Temperatur; kleinere aber werden warm, und ganz feine werden, nach dem Grade ihrer Feinheit, glühend, schmelzen oder verwandeln sich in Gas. Das Feuerphänomen nimmt in demselben Verhältnisse an Intensität zu, als der entladende Körper für den Durchgang der Elektricitäten unzureichend ist, auf dieselbe Weise, wie ein Stückchen Feuerschwamm im Focus eines Brennspiegels entzündet wird, während ein unpolirtes Stückchen Eisen von einem oder mehreren Lothen in der Zeit, welche zum Anzünden des Schwammes erforderlich ist, durchaus nicht bis zu einem durch das Thermometer bestimmbaren Grade erwärmt werden kann.

Läſst man die Elektricitäten durch einige Kartenblätter, oder durch mehrfach zusammengelegtes Papier, oder auch durch eine dünne Glasscheibe *) sich entladen,

*) Glas läſst sich am besten durchlöchern, wenn man auf beiden Seiten einer dünnen Glasscheibe, von 3 bis 4 Zoll Durchmesser, mit etwas Wachs eine Stecknadel so befestiget, daſs die Spitzen beider Nadeln nach dem Glase zu gerichtet sind und einander ganz genau gegenüber stehen; oder auch, wenn man eine Flasche mit Oel füllt, und einen spitzigen, krumm gebogenen Metalldrath so hineinsteckt, daſs die Spitze desselben die innere Seite des Glases berührt, und dann äusserlich eine Metallkugel auf dieselbe Stelle hält. In beiden Fällen schlägt ein sehr mäſsiger Schlag ein Loch durch das Glas.

so entsteht auf der Stelle, wo der Schlag durchgeht, ein rundes Loch, dessen Gröſse nach der Menge der Elektricität verschieden ist. Das Papier wird dabei weder verbrannt, noch verkohlt, und das Glas nicht geschmolzen, sondern vielmehr in Pulver verwandelt, als ob es mit einer feinen Spitze durchstochen worden wäre. Dieſs scheint zu beweisen, daſs die Elektricitäten zu ihrem Durchgange eines Raumes bedürfen, und daher nichtleitende Körper, die ihnen im Wege liegen, wegräumen müssen.

Es ist bereits bemerkt worden, daſs die Elektricitäten nur auf der Oberfläche der Leiter sich verbreiten und vielleicht kaum in die Masse derselben eindringen; überzieht man daher einen Metalldrath mit geschmolzenem Siegellack, oder mit einem Lackfirniſs, welcher gut trocknet, oder schmelzt denselben in eine Glasröhre ein, und ladet dann einen starken elektrischen Schlag durch ihn aus, so springt der nichtleitende Ueberzug mit Heftigkeit davon ab. Auch dieser Versuch scheint zu beweisen, daſs die Elektricitäten zu ihrem Wege über die Oberfläche des Metalldraths eines Raumes bedürfen. Betrachtet man das Loch, welches die Elektricitäten durch Karten- oder Papierblätter schlagen, genau; so findet man, daſs es auf beiden Seiten einen erhabenen Rand hat. Dieſs scheint zu beweisen, daſs die Elektricitäten nicht in Einem Punkte entladen werden, sondern daſs von beiden Belegungen des geladenen Körpers ausgehende entgegengesetzte Ströme einander durchfahren.

Man hat einen schönen Versuch von Ekmark, um den Weg der Elektricitäten bei ihrer Entladung zu zeigen. Eine Glasscheibe wird auf der untern Seite mit Stanniol belegt, auf der oberen aber mit Schwefelblumen bestreut, die vorher wohl gewaschen und getrocknet worden sind. Auf die bepuderte Seite werden zwei gleich groſse geladene elektrische Flaschen, von welchen die äuſsere Belegung der einen positiv, die der andern aber negativ geladen ist, 3 bis 4 Zoll von einander gestellt, so daſs, wenn ihre inneren Belegungen mittelst eines isolir-

ten Ausladers in Verbindung gebracht werden, ein Funke zwischen den äufseren Belegungen überspringt, der sie entladet. Nach der Entladung findet man rings um die Flaschen herum, in den Schwefelblumen die Figuren derjenigen Elektricität, welche der äufseren Belegung einer jeden Flasche angehört hat, auf der Stelle aber, wo der Funke übergesprungen ist, sind alle Schwefelblumen weggefegt, und der Weg ist völlig rein. Dieser Weg ist übrigens von der positiven Belegung aus mit positiven, von der entgegengesetzten aus mit negativen Figuren eingefafst, die aber nicht weit von dem Punkte, wo sie einander begegnen, ganz aufhören, und hier findet sich oft, wenn der Schlag hinlänglich stark gewesen ist, ein grofser runder Fleck, wo alle Schwefelblumen weggefegt sind, der von keinen Figuren umgeben ist, und wo die grofsen Massen der Elektricitäten sich zu 0 E vereiniget haben. Wenn man zu diesem Versuche Flaschen von verschiedener Gröfse anwendet, jedoch dieselben durch gleichviele Umdrehungen der Elektrisirmaschine, mit einer ziemlich gleichen Menge E ladet, so findet man den Ausladungspunkt immer näher bei der grofsen Flasche, deren Ladung die geringste Intensität besafs.

Jeder elektrische Funke ist gewissermafsen ein elektrischer Schlag; der Unterschied zwischen einem Funken des Conduktors und dem Entladungsfunken einer Flasche liegt blofs in der Heftigkeit und in der Menge der Elektricität, welche beide in letzterm vielfach stärker sind. Der elektrische Funke besitzt daher ganz dieselbe Kraft, brennbare Körper zu entzünden und Wärme zu entwikkeln, nur im geringeren Grade.

Die Wirkungen des elektrischen Schlages auf unser Gefühl sind von sehr verschiedener Art. Eine vollgeladene kleine Flasche giebt einen weit stärkeren Schlag, als eine ganz geringe Ladung einer grofsen Batterie, obgleich zu dieser geringen Ladung eine vielfach gröfsere Menge Elektricität, als zur Ladung der kleinen Flasche verwendet worden ist. Diefs kömmt daher, dafs unser Gefühl vorzüglich durch die Heftigkeit der Ausladung

angegriffen wird, die bei einer vollgeladenen kleineren Flasche bei weitem gröſser ist, als bei einer mehrere Male gröſseren, aber weniger geladenen Flasche. Die Entwickelung von Wärmestoff hingegen und die chemischen Zersetzungen richten sich mehr nach dem Umfange der belegten Oberfläche der Flasche, d. h. nach der Menge von Elektricität, welche diese aufzunehmen vermag, so daſs recht oft ein minder heftiger Schlag von einer Batterie Metalle schmilzt und Körper entzündet, welche von dem heftigsten Schlage einer kleinen Flasche keine Veränderung erlitten haben würden.

Die gröſste bis jetzt bekannte Elektrisirmaschine nebst zugehörigem Ladungsapparat ist die, unter van Marum's Aufsicht befindliche im Teylerschen Museum zu Harlem.

Aus der Eigenschaft der Nichleiter, Ladung anzunehmen, oder daraus, daſs wenn diese auf der einen Seite irgend eine E erhalten, die entgegengesetzte E auf der andern gebunden wird, lassen sich verschiedene andere, sehr sonderbare Erscheinungen der Elektricität leicht erklären. Wenn man z. B. an dem einen Ende eines isolirten Conduktors (Taf. 1. Fig. 4. AB) ein Paar Korkkügelchen C an einem Faden aufhängt, und dem anderen Ende eine durch Reiben elektrisirte Siegellackstange D nähert; so trennen sich die Kugeln von einander, fallen aber gleich wieder zusammen, sobald man die Lackstange wegzieht, ohne daſs der Conduktor die mindeste Spur von E behält. Der Conduktor hatte folglich keine E von der Siegellackstange erhalten, ungeachtet die Kugeln einander abstieſsen. Dieſs kommt daher, daſs die kleine Luftschicht a b zwischen dem Siegellack und dem Conduktor ein Nichtleiter ist, welcher, wenn er auf der einen Seite a von dem Siegellacke — E erhält, auf der anderen Seite b + E bindet. Diese muſs er von dem Conduktor entnehmen, dessen elektrischer Stoff dadurch zerlegt wird in + E, welche von der Luftschicht gebunden wird, und in — E, welche sich frei im Conduktor äuſsert und die Korkkugeln zwingt, sich von einander zu entfernen.

Nimmt man die Siegellackstange und damit zugleich die — E von der Seite a der Luftschicht hinweg, so hört der Ladungszustand der Luft auf, die + E im Conduktor wird nicht mehr gebunden, sondern mit — E wieder zum unbemerkbaren Elektricum vereiniget. Wenn man aber, während dessen man die Lackstange an den Conduktor hält und die + E des Letztern von der Luftschicht in b gebunden wird, den Conduktor mit einem Finger berührt, so geht seine freie — E fort und die Kugeln fallen wieder zusammen. Nimmt man aber nun die Siegellackstange wieder weg, so wird die elektrische Ladung der Luftschicht dadurch, daſs man ihr die — E in a entzieht, zerstört; die + E, welche vorher gebunden war, wird frei, die Kugeln stoſsen sich wieder ab, und der Conduktor wird durch diejenige + E elektrisch, welche, während das Siegellack ihm nahe war, durch den Finger von ihrer — E getrennt wurde.

Diese Erscheinung hat Anlaſs zu der Untersuchung gegeben, auf welche Weise die Elektricität fortgepflanzt wird, ob dieſs nämlich durch einen zusammenhängenden Strom, oder durch Theilung der Elektricitäten geschieht, wodurch in dem leitenden Körper Zonen von getheilter Elektricität entstehen, so daſs, wenn z. B. + E durch einen Metalldrath strömen soll, durch die Einwirkung dieser + E in dem Drathe eine Menge Zonen gebildet werden, welche + E und — E in *getrenntem Zustande* enthalten, und in welchen die — E der ersten Zone die + E der nächsten Zone sättiget, die dadurch frei werdende + E dieser Zone mit der — E der folgenden sich vereiniget und so fort, bis endlich die + E der letzten Zone übrig bleibt, die nunmehr den ganzen Metalldrath durchlaufen zu haben scheint, ungeachtet sie sich nicht weiter, als die Theilung in Zonen erforderte, fortbewegt hat.

Mehrere Umstände deuten darauf hin, daſs eine solche Theilung in Zonen wirklich statt finde, was besonders bei Halbleitern und Nichtleitern bemerkbar wird.

Inzwischen giebt es dennoch auch Phänomene, welche durch eine solche Theilung in Zonen allein nicht erklärt werden können, z. B. das leichtere Ausströmen der Elektricität durch Spitzen; ihr leichterer Durchgang durch verdünnte Luft und durch den luftleeren Raum; die Eigenschaft gewisser Halbleiter, welche die eine Elektricität leichter durchlassen, als die andere; die Löcher, welche die entladene Elektricität (durch dünne Körper etc.) schlägt, — die sowohl für eine Theilung in Zonen, als für ein Durchfahren von entgegengesetzten Strömen zu sprechen scheinen.

Das Elektrophor.

Hierauf gründet sich die Lehre von einer anderen Art Elektrisirmaschine, die man Elektrophor nennt. Sie besteht aus einer dünnen Harzscheibe, die auf einen Teller von Messing- oder Eisenblech gegossen ist. Schlägt man diese Scheibe mit Katzenfell, oder irgend einem wollenen Zeuche, so wird die obere Fläche negativ elektrisch, die untere, dem Metallteller zugekehrte Seite aber positiv, insofern der Teller in leitender Verbindung mit der Erde steht, und an diese eben so viele + E absezzen kann, als durch das Reiben der anderen Seite des Harzkuchens — E erregt wird. Auf Taf. 1. Fig. 5. mag z. B. AB den Harzkuchen des Elektrophors, CD aber den Messingteller vorstellen, auf welchen er gegossen ist. Die obere Seite des Kuchens mag ferner — E, die untere Seite aber + E empfangen haben, und der Teller CD, wie der Conduktor in den vorigen Versuchen, isolirt sein. Seine elektrische Materie muſs sich dann trennen in — E, welche durch die + E der unteren Seite des Harzkuchens gebunden, und in + E, welche frei wird. Legt man nun eine Metallscheibe EF auf die obere Seite des Kuchens, so muſs ihre elektrische Materie sich auf gleiche Weise theilen, nämlich in + E, welche mit der — E des Harzkuchens sich verbindet, und in — E, welche frei wird. Stellt man dann mit

dem Finger eine leitende Verbindung zwischen C und E her; so fühlt man einen Stoſs in der Hand, weil sich die freie + E des Tellers mit der freien — E der Metallscheibe verbindet, und alle Zeichen der Elektricität des Elektrophors hören auf. Wenn man aber die Metallscheibe EF mittelst eines Nichtleiters, z. B. an dem gläsernen Griffe G, vom Harzkuchen aufhebt, so wird die + E der ersten nicht mehr an die — E des letztern gebunden, sondern frei und die dadurch positiv elektrisch gewordene Metallscheibe theilt den ihr genäherten Körpern + E mit. — Ist der Teller des Elektrophors CD nicht isolirt, so entweicht seine freigewordene + E und theilt sich der Erde mit; berührt man dann die Metallscheibe EF, so entweicht ihre — E mit einem Funken, während ihre + E von der — E des Kuchens zurückgehalten wird.

Diese mit einem Glasgriffe versehene Metallscheibe nennt man den Deckel oder die Trommel des Elektrophors. Sie muſs wohl abgerundet und ohne alle Spizzen sein. Legt man den Deckel, nachdem ihm seine + E entnommen ist, wieder auf den Kuchen; so geht dieselbe Theilung der Elektricitäten von neuem vor sich. Entladet man den Deckel mit dem Finger und hebt ihn dann vom Harzkuchen auf, so erhält man wieder + E; dabei giebt der Deckel jedesmal einen Funken, und man kann durch Wiederholung dieses Verfahrens Flaschen laden, und damit einen groſsen Theil der elektrischen Erscheinungen darstellen, die man mit der gewöhnlichen Elektrisirmaschine hervorbringt.

Da der Harzkuchen bei diesem Elektrisiren keine E verliert, sondern ihre Erscheinung einzig und allein von der Theilung der elektrischen Materie des Deckels herrührt; so ist diese Art Maschinen fortwährend elektrisch und hat daher von ihrem Erfinder, Volta, den Namen *Elettroforo perpetuo* (immerwährender Elektricitätsträger) erhalten. — Hat der Deckel Spitzen oder Ecken, so wehen diese der Oberfläche des Harzkuchens entgegengesetzte

Elektricität zu und zerstören dadurch dessen elektrische Kraft.

Die Art und Weise, wie die elektrischen Erscheinungen, bloſs durch Zertheilung der elektrischen Materie der Körper und ohne Mittheilung, fortdauernd unterhalten werden können, muſs man sich so vorstellen, daſs das Electricum von allen Körpern geleitet wird, daſs ferner Leiter und Nichtleiter nur dessen Bestandtheile, + E oder — E, fortleiten, so daſs ein Körper, wenn er durch die Zertheilung seines natürlichen elektrischen Stoffs einen Theil desselben einbüſst, von seinen Umgebungen wieder eine neue Menge davon aufnimmt, wodurch der elektrische Stoff allenthalben im Gleichgewichte erhalten wird.

Die beste Harzmasse zum Kuchen des Elektrophors wird aus 10 Theilen Gummilack, 3 Theilen Harz, 2 Theilen venetianischen Terpenthin, 2 Theilen Wachs und $\frac{1}{2}$ Theile Pech gemacht. Ein dünner Kuchen giebt mehr Elektricität, als ein dicker. Groſse Elektrophore leisten selten soviel, als sie kosten, und sind schwer zu handhaben.

Condensatoren.

Auf gleichen Grundsätzen, wie das Elektrophor, beruht auch ein anderes elektrisches Instrument, welches man Condensator (Electricitäts-Sammler) nennt, weil es dazu dient, kleine Mengen Elektricität, die sonst nicht auf das Elektrometer wirken würden, auf einer kleineren Oberfläche zusammenzuhalten. Es besteht aus zwei ebenen Metallscheiben, welche, zur Verhütung aller Ableitung, rund und gut polirt sein müssen. Auf die untere Scheibe (Taf. 1. Fig. 6.) ABCD, tröpfelt man am Rande herum 3 Tropfen Siegellack a, b, c, die gleichweit von einander abstehen und von einerlei Höhe sein müssen. Auf diese legt man sodann die andere Scheibe, wie in Fig. 7. CD auf AB. Zwischen diesen zwei Scheiben, welche folglich keine leitende Gemeinschaft mit einander haben, ruht nun eine Luftschicht, die eines gewis-

sen geringen Grades von elektrischer Ladung fähig ist, auf dieselbe Weise, wie ich oben bei dem Versuche mit den Korkkugeln am Conduktor (Fig. 4.) gezeigt habe. Der Körper, dessen Elektricität man untersuchen will, wird nun in Berührung mit CD gebracht, während man AB mit dem Finger oder mit irgend einem andern Leiter berührt. Dadurch wird die, der Scheibe CD zugekehrte, Seite der Luftschicht mit der Elektricität des untersuchten Körpers geladen, während ihre entgegengesetzte Seite durch die Scheibe AB und den Finger die gleichnamige Elektricität von sich giebt, und dabei die entgegengesetzte Elektricität auf der unteren Seite der Luftschicht bindet. Hebt man nun die Scheibe CD empor, die zu diesem Behufe mit einem gläsernen Griffe E versehen sein muſs; so wird die Ladung der Luft zerstört, und alle Elektricität, welche dem untersuchten Körper durch CD zu dieser Ladung entzogen wurde, wird nunmehr in der kleinen Metallscheibe auf einmal frei, und kann mit dem Elektrometer entdeckt werden.

Auf diese Weise kann man die Erregung der Elektricität bei chemischen Arbeiten entdecken, die auſserdem nicht wahrnehmbar sein würde; wenn man z. B. einen Stahldrath, um ihn mit einem isolirenden Handgriffe zu versehen, in der Mitte mit Siegellack überzieht, dann das eine Ende desselben in eine Lichtflamme, oder in glühende Kohlen, oder in ein Glas steckt, welches ein Gemenge von Zink oder Eisen mit etwas Säure und Wasser, welche das Metall auflösen, enthält, und dann das andere Ende auf die Scheibe CD bringt, indem man AB zugleich mit dem Finger berührt, so findet man nach einigen Secunden, daſs der Drath, wenn man ihn wegnimmt und CD emporhebt, elektrisch geworden ist. Die Elektricität, welche bei dem chemischen Prozesse, aus welchem die Verbrennung oder Auflösung besteht, frei wird, und die in jedem Augenblick zu unbedeutend war, um auf das Elektrometer merklich wirken zu können, hatte sich bei diesem Versuche in CD gesammelt und die Luftschicht geladen, wurde aber, als man CD

aufhob und die Ladung zerstörte, auf einmal frei und bemerkbar.

Man hat mehrerlei Arten von Condensatoren, und der hier beschriebene ist zwar nicht der beste und empfindlichste, aber doch der einfachste. Die Beschreibung desselben ist hier hauptsächlich deshalb gegeben worden, um einen theoretischen Begriff von dieser Art von Instrumenten zu geben, deren richtige Anwendung übrigens verschiedene Kenntnisse und grofse Uebung erfordert, wozu ein chemisches Lehrbuch keine Anleitung geben kann.

2. Erregung der Elektricität durch Veränderung der Temperatur.

Je mehr wir die elektrischen Erscheinungen kennen lernen, desto mehr Anlafs erhalten wir zu der Vermuthung, dafs die Elektricitäten sich in keinem Körper in völligem Gleichgewichte befinden, wiewohl ihre Vertheilung für unsere äufseren Sinnen so lange unbemerkbar bleibt, bis sie durch irgend einen Umstand so vermehrt wird, dafs wir sie wahrnehmen können. Wir werden einige von den Umständen durchgehen, welche die ursprüngliche elektrische Vertheilung bemerkbar zu machen scheinen, und dabei zuerst von der Temperatur-Veränderung sprechen.

Gewisse krystallisirte Körper des Mineralreichs haben die Eigenschaft, dafs sie durch Erwärmen, und so lange die Erwärmung fortdauert, elektrisch werden, dann aber, wenn die Temperatur auf einen gewissen Stand kommt, die Elektricität wieder verlieren, dafs jedoch diese wieder von neuem zum Vorschein kommt, wenn der Körper wieder erkaltet. In diesem Falle häufen sich die entgegengesetzten Elektricitäten in zwei entgegengesetzten Punkten des Krystalls an, die an dessen Endspitzen liegen, so dafs die elektrische Axe mit der Krystall-Axe zusammenfällt, was selbst dann der Fall ist, wenn bei dem angewendeten Stücke diese Axe von geringerer Dimension,

als der Durchmesser des Queerschnitts ist. Die beiden entgegengesetzten elektrischen Punkte nennt man die elektrischen Pole und einen auf diese Weise elektrisirbaren Körper elektrisch-polarisch.

Man hat gefunden, daſs der Punkt, in welchem durch Erwärmung + Elektricität entsteht, beim Erkalten zum — Pole wird. Wenn man einem elektrisch-polarischen Körper kleine Papierschnittchen oder andere leichte Körper nahe bringt, so werden dieselben von den Polen angezogen und sammeln sich rund um dieselben herum; oder sie werden auch wohl, wenn die Elektricität stark ist, von den Polen wechselsweise angezogen und abgestoſsen. Dieſs ist in höherem oder minderem Grade bei mehreren Mineralien der Fall, z. B. bei den verschiedenen Arten des Turmalins, dem Mesotyp, Topas, Prehnit, u. m. a. Der Umstand, daſs die elektrische und die Krystallisations-Axe zusammenfallen, scheint zu beweisen, daſs die Eigenschaft, elektrisch zu werden, von einer elektrischen Polarität der kleinsten Theilchen herrühre und daſs diese Polarität höchst wahrscheinlich an der Bildung der regelmäſsigen Krystall-Gestalten Antheil gehabt habe.

Verschiedene erstarrende oder schmelzende Körper entwickeln, während dieser Veränderung ihrer Aggregationsform, eine groſse Menge Elektricität; wenn z. B. Wasser in einer elektrischen Ladungsflasche, deren äuſsere Belegung nicht isolirt ist, schnell zu Eis erkaltet wird, so erhält die Flasche, nach Grotthuſs's Versuchen, eine schwache Ladung; die innere Belegung wird nämlich positiv, die äuſsere negativ elektrisch. Wird das Wasser schnell auſgethaut, so wird in umgekehrter Ordnung die innere Belegung negativ und die äuſsere positiv. Gerinnendes Wachs und Chokolade werden oft beim Erstarren so elektrisch, daſs sie leichte Körperchen anziehen. Wenn eine Flüssigkeit verdunstet, wird der luftförmige Theil derselben negativ, der noch flüssige aber positiv elektrisch; umgekehrt wird bei Condensirung eines Gases der condensirte Theil negativ und der noch gasförmige positiv elektrisch. Es ist jedoch schwierig diese Versuche so an-

zu-

zustellen, daſs die frei werdenden Elektricitäten entdeckt und erkannt werden können.

3. Erregung der Elektricität durch wechselseitige Berührung verschiedenartiger Körper.

Mannigfaltige Erfahrungen haben uns gelehrt, daſs, wenn zwei isolirte verschiedenartige Körper mit einander in Berührung gebracht und dann wieder von einander getrennt werden, der eine freie + E und der andere freie — E besitze, die sich nicht frei offenbarten, als die Körper noch mit einander in Berührung waren. Die natürliche Beschaffenheit der sich berührenden Körper bestimmt dabei sowohl den Grad der elektrischen Vertheilung, als auch die Art der Elektricität, welche in jedem der beiden Körper frei wird.

Der Grad der elektrischen Vertheilung scheint, unter übrigens gleichen Umständen, von dem Grade der chemischen Verwandtschaft dieser Körper abhängig zu sein, so daſs sie bei starken Verwandtschaften ebenfalls stark, bei schwächeren aber unbedeutend oder gar null ist. Die Art der Elektricität hingegen, die in einem Körper frei wird, beruht auf seiner chemischen Natur. So wird z. B. unter den brennbaren Körpern derjenige, welcher durch Oxydation das stärkste alkalische Oxyd bildet, (d. h. dessen Oxyde die gröſste Verwandtschaft zu den Säuren im Allgemeinen besitzen) — positiv elektrisch, der andere aber negativ, sein Oxyd mag sich übrigens ebenfalls mit Säuren vereinigen können oder auch selbst eine Säure sein. Sind die in Berührung kommenden Körper bereits oxydirt, so gilt dasselbe. Die Körper, welche am besten zu diesen Versuchen sich eignen und auch am meisten dazu benutzt werden, sind Zink und Kupfer, oder Zink und Silber. Von ihnen giebt Zink das stärkste alkalische Oxyd und nimmt daher auch stets positive Elektricität an.

Man kann sich sehr leicht durch einen eigenen Versuch von der durch Berührung erregten Elektrici-

tät überzeugen, wenn man ein Zinkplättchen und eine Silber- oder Kupfermünze nimmt, an jedes einen isolirten Griff (z. B. von Siegellack) befestiget, und beide zusammenführt, dann aber wieder trennt, wo man mit Hülfe des Condensators am Zink + E, am Silber oder Kupfer aber — E bemerken wird. Gepulverte Körper siebt man durch ein Sieb von Silberdrath. Das Pulver wird durch die Berührung des Silberdraths elektrisch, und wenn man es auf einer, auf der untern Seite belegten, Glasscheibe auffängt, so kann dessen Elektricität vermittelst des Condensators untersucht werden.

Die Ursache, warum Körper durch Berührung elektrisch werden, kennt man noch nicht mit völliger Gewifsheit. Wenn es richtig ist, in allen Körpern einen gewissen Grad von Elektricität im Vertheilungszustande anzunehmen, und wenn dieser Zustand auf der elektrischen Polarität der kleinsten Theilchen beruhet; so mufs die beschriebene Erscheinung ihren Grund darin haben, dafs die Metalle im Augenblicke ihrer Berührung einen Theil ihrer entgegengesetzten Elektricitäten (nämlich der — E des Zinks und der + E des Silbers) sättigen, wo dann bei der Trennung im Zink + E und im Silber — E frei wird, ungefähr so, wie beim Aufheben des Deckels vom Harzkuchen des Elektrophors. Ich werde in der Folge Versuche anführen, welche dieses Verhalten zu bestätigen scheinen.

Wenn die durch Berührung erregte Elektricität das Ladungsmittel für Nichtleiter, Halbleiter oder schlechte Leiter wird, so entstehen, nach der verschiedenen Natur und Zusammenstellung der geladenen Körper, mancherlei verschiedenartige elektrische Erscheinungen.

A) Wenn man einen Nichtleiter, z. B. eine ganz dünne Scheibe von Glas, Harz, Schwefel, Taffet, oder dergleichen, auf der einen Seite mit einer dünnen Zinkscheibe, auf der andern mit einer Silberplatte belegt und mehrere solche Schichten so über einander stellt, dafs die Silberseite der einen Schicht auf die Zinkseite der andern zu liegen kommt, so wird die nichtleitende Scheibe durch

die Berührungs-Elektricität in einem geringen Grade geladen; diese Ladung ist jedoch so schwach, daſs sie nicht eher bemerkbar wird, als bis man 15, 20 bis 30 solche belegte Scheiben zusammenstellt. Bringt man die äuſseren Belegungen der obersten und untersten Metallplatten durch einen Metalldrath in Verbindung; so entladet sich die Elektricität: es dauert aber dann eine kleine Weile, bis die Platten wieder eine neue Ladung annehmen. Die Ursache dieses Verzugs liegt in der Langsamkeit, womit sich die Elektricitäten, bei einer so schwachen Kraft, wie die Berührungs-Elektricität ist, durch Nichtleiter vertheilen.

Der Grund, warum mehrere zusammengelegte Scheiben eine höhere Intensität der Ladung hervorbringen, ist darin zu suchen, daſs wenn zwei belegte Scheiben zusammengelegt und durch Berührung ihrer, einander zugekehrten inneren Seiten elektrisch werden, ihre äuſseren Belegungen zugleich freie Elektricität empfangen. Wird nun eine dritte Scheibe mit der entgegengesetzten Belegung darauf gedeckt, so wird diese nicht allein durch die in der Belegung der zweiten Scheibe frei gewordene Elektricität, sondern auch von dem neuen Antheil derselben geladen, welche durch die Berührung des 2ten und 3ten Paares der ungleichartigen Metallplatten erregt wird, und daher wird die Ladung aller drei Paare stärker, als bei den ersten zwei Paaren; legt man eine vierte Scheibe darauf, so nimmt diese nicht nur die freie Elektricität der oberen Belegung der dritten Scheibe auf, sondern erhält auch noch die zwischen dieser und ihrer eigenen Belegung erregte Berührungs-Elektricität, und es entsteht dadurch eine gröſsere Vertheilung von E in jeder der vier Scheiben, als vorher bei dreien statt fand. Auf diese Weise wird die Intensität der Ladung mit jeder neu hinzugefügten Scheibe vermehrt. Es wirken also hier Ursachen, welche denjenigen ganz analog sind, vermöge deren ein Magnet über einem Ambos oder einer anderen groſsen Eisenmasse ein gröſseres Stück Eisen, als auſserdem, trägt, und dasselbe fallen läſst, sobald man den

Ambos wegzieht, wie weiter unten bei der Lehre vom Magnetismus gezeigt wird.

B) Wählt man statt der Nichtleiter, Halbleiter, so entstehen gleiche Ladungs-Phänomene; nur wird die Ladung in wenigen Augenblicken nach der Entladung wieder hergestellt, weil die Vertheilung der Elektricitäten in den belegten Halbleitern mit weit gröſserer Schnelligkeit als in den vorher erwähnten Nichtleitern vor sich geht. Wenn man 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll groſse Scheiben von Papier, welches mit ächtem Blattsilber belegt ist, und dann gleich groſse Platten von Zinkfolie (bis zur Papierstärke ausgewalztes Zinkblech) ausschneidet, und diese Zinkplatten so zwischen die Silberpapierscheiben legt, daſs die Silberseite der letztern stets nach einerlei Richtung gekehrt ist; so erhält man eine ähnliche Vorrichtung, wie die oben beschriebene, nur mit dem Unterschiede, daſs hier das Papier der Körper ist, welcher die Ladung annehmen soll. Um die Ladungs-Phänomene eines solchen Apparats bemerkbar zu machen, muſs man 600 bis 1000 Paar Scheiben, und mehr, über einander legen, und sie gelind zusammenpressen, damit das Papier mit dem Zink gehörig in Berührung kommt. Man pflegt diese Scheiben mit einem Cylinder oder Futteral von Glas zu umgeben, welches an beiden Enden mit luftdicht aufgekitteten Messingkappen und mit Metallknöpfen versehen ist, welche mit der äuſseren Belegung der obersten und untersten Papierscheibe in unmittelbarer Berührung stehen. Der eine dieser Knöpfe ist dann fortdauernd positiv, der andere beständig negativ. Hat man mehrere dergleichen Säulen, und stellt solche so zusammen, daſs sie einander mit den entgegengesetzten Polen berühren, so wird die Intensität ihrer Erscheinungen um ein Bedeutendes vermehrt.

Man hat solche Säulen auf mancherlei Weise zusammengesetzt, z. B. mit Schichten von trockener Stärke zwischen Platten von Zink und Silber; man hat ferner Scheiben von unächtem Goldpapier (worin der Zinkgehalt des unächten Goldes die Stelle der Zinkfolie vertritt) mit

einem Gemenge von Honig und feingeriebenen Braunstein bestrichen, welcher letztere, wie alle Superoxyde, durch seinen Ueberschuſs an Sauerstoffgehalt gegen alle brennbare Körper negativ ist und hier das Blattsilber ersetzt. Man hat diese Säulen mit geschmolzenem Harz oder Schwefel überzogen; aber alle dergleichen Säulen sind weit schwächer und verlieren ihre Wirksamkeit viel eher, als die oben beschriebenen.

Bringt man die Pole einer solchen Säule in eine leitende Verbindung, so entsteht eine Entladung, die sich im nächsten Augenblicke wiederholt, weil die Metallplatten der Säule durch ihre Berührung fast augenblicklich einander wieder laden. Dessen ungeachtet entsteht, wenigstens bei den kleineren bis jetzt benutzten Apparaten, dabei kein fühlbarer Stoſs oder Schlag, und wenn die Entladung durch Flüssigkeiten geschieht, so werden diese nicht merklich verändert oder zerlegt. Doch wird behauptet, daſs diese Säulen, wenn die dazu angewendeten Papierscheiben 3 bis 6 Zoll Durchmesser haben, und auf ihrer ganzen Oberfläche belegt sind, schwache chemische Wirkungen hervorbringen sollen, denen ähnlich, von welchen ich weiter unten ausführlicher sprechen werde. Zamboni versichert, daſs Säulen von 2000 Platten bei der Entladung Funken geben können, welche 1 Linie lang und bei Tage sichtbar sind. Er giebt an, daſs diese Funken sogar bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Länge erhalten werden können, wenn der Polknopf, welchem sie entlockt werden, gut isolirt und in ein Glas eingeschlossen ist, worin die Luft trocken erhalten wird.

Die merkwürdigste Erscheinung, die man mit diesen Säulen bisher hervorgebracht hat, ist die, daſs das Ende einer, an einer leicht beweglichen Axe senkrecht aufgehängten, isolirten, dünnen Nadel zwischen den Polknöpfen zweier in geringer Entfernung von einander aufgestellten Säulen fortdauernd hin und her schwingt. Die Säulen entladen sich nämlich durch die oscillirende Nadel, erhalten diese dadurch in unaufhörlicher Bewegung und bilden so eine Art von *perpetuum mobile*. Auch hat man

an den Polen isolirte Glöckchen angebracht, und zwischen diesen eine kleine leichte und hohle Metallkugel aufgehängt, welche, durch Entladung der Säule in Bewegung gesetzt, zwischen den Glocken hin und her schwingt und ein Geklingel hervorbringt, welches in manchen Fällen mehrere Monate ununterbrochen fortdauert. Bisweilen hört es auf, fängt aber nach einiger Zeit von selbst wieder an.

Man hat geglaubt, daſs die Ladungs-Intensität dieser Säulen von dem elektrischen Zustande der Luft abhinge, und daſs die Anzahl der Schwingungen der beschriebenen Nadel binnen eines gegebenen Zeitraumes über die Luft-Elektricität Aufschlüsse geben könne. Allein neuere, mit gröſserer Genauigkeit angestellte Versuche haben dargethan, daſs die beobachteten Unterschiede in den Schwingungen ihren Grund theils in den Temperatur-Veränderungen, theils in der ungleichen Feuchtigkeit der Luft haben, wodurch sowohl die elektromotorische Kraft der Säule, als auch die elektrische Intensität ihrer Pole verändert wird, je nachdem die mehrere oder mindere Trokkenheit die Luft mehr oder weniger isolirt.

Es ist behauptet worden, daſs die Erscheinung des Ladens dieser elektrischen Apparate von Feuchtigkeit im Papiere herrühre; allein Jäger hat gezeigt, daſs dergleichen Säulen, wenn sie auch nach vollkommener Austrocknung weniger bedeutende Spuren von Elektricität bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft äuſsern, weil das Papier in einen Nichtleiter verwandelt worden ist, dennoch bei höherer Temperatur, z. B. zwischen + 40° und 60°, ihre erste elektrische Ladung wieder erlangen, und wieder völlig so stark elektrisch werden, als wenn bei der gewöhnlichen Luft-Temperatur das Papier nicht vollkommen ausgetrocknet ist; und dieſs ist selbst dann der Fall, wenn die Säulen in Futterale eingeschlossen sind, die keine Feuchtigkeit durchlassen. Die Ursache dieser Erscheinung scheint darin zu liegen, daſs warmes und trokkenes Papier ein Halbleiter, wasserfreies und kaltes Papier hingegen ein Nichtleiter ist.

Man hat gefunden, daſs die Wirksamkeit dieser Säu-

len nach längerer Zeit abnimmt und endlich ganz aufhört. Die Ursache davon ist noch nicht ausgemittelt, dürfte aber wohl in der Veränderung liegen, welche die unausgesetzten elektrischen Ladungen in der Zusammensetzung des Papiers hervorbringen, oder in der Oxydation der Metalle, oder in einem ähnlichen Umstande, da es nicht in der Theorie begründet zu sein scheint, dafs die Wirksamkeit dieser Säulen nothwendig aufhören müsse.

C) Wir kommen nunmehr zu den merkwürdigsten Erscheinungen, welche die Berührungs-Elektricität hervorbringt. Wenn man, anstatt der erwähnten festen Nichtleiter oder Halbleiter, ein Liquidum anwendet, welches die Elektricität leitet, so nehmen die Wirkungen der elektrischen Vertheilung auf eine höchst erstaunenswürdige Weise zu. Nimmt man z. B. ein Stück Silbergeld (Taf. I. Fig. 11.) AB, und ein gleich grofses Stückchen Zink CD, und legt, wie die Fig. zeigt, das eine auf, das andere aber unter die Zunge, so fühlt man, wenn beide Metallscheiben vor der Spitze der Zunge sich berühren, auf dieser einen brennenden Geschmack, der beim Zinke an das Saure gränzt, beim Silber aber unbestimmter ist. Dieser Geschmack hört auf, wenn man die Metalle von einander trennt, d. h. wenn sie nicht durch Berührung elektrisch sind. Hierbei ist die Feuchtigkeit der Zunge das Mittel, durch welches die Metalle ihre freien entgegengesetzten Elektricitäten, und, wenn ich so sagen darf, ihre Ladungskraft ausüben, und die Folge dieser Ladung ist, aufser dem Gefühle, welches der Durchgang der Elektricitäten in den Nerven verursacht, eine Veränderung in der Feuchtigkeit selbst, kraft deren gewisse Bestandtheile derselben sich nach dem Silber, andere nach dem Zinke hin ziehen, wie weiter unten gezeigt werden wird. Legt man ein Stückchen Zink auf die innere Seite der einen Wange und eine Silbermünze auf die innere Seite der anderen Wange, und verbindet dann beide Metalle nach aufsen zu mittelst eines Silberdraths mit einander, so empfindet man im ersten Augenblicke der Berührung einen Lichtschein im Auge,

der aber schnell wieder verschwindet, während das brennende Gefühl in der Nähe der Metalle eine fortdauernde Ausladung zu erkennen giebt. So oft man die unterbrochene Leitung mittelst des Draths wieder herstellt, erscheint auch der Blitz im Auge wieder, der nichts anders ist, als die Wirkung der ersten Heftigkeit der elektrischen Entladung, die sich bis zu den Sehnerven erstreckt und von der Seele als Licht empfunden wird, weil alle Eindrücke auf diese Nerven die Empfindung des Lichts hervorbringen, selbst wenn sie bloſs mechanisch sind, wie z. B. Stöſse ins Auge, Reiben desselben u. s. w.

Während die Flüssigkeit auf diese Weise durch Entladungen der freiwerdenden Elektricität der Metalle afficirt wird, wirkt die Ursache der Vertheilung der Elektricitäten durch die Berührung unausgesetzt fort, d. h. es findet zwischen den Metallen selbst eine beständige Ausladung statt, durch welche sie immer von neuem wieder elektrisch werden.

Wollaston hat durch einen höchst sinnreichen Versuch diese Ausladungen auf eine ganz unerwartete Weise dargethan. Glücklicher Weise war ich selbst bei diesem Versuch zugegen, der einen jeden, welcher ihn zum ersten Male sieht, nothwendig in Erstaunen setzen muſs. Das Werkzeug selbst, dessen er sich dazu bediente, war ein kupferner Nähring, wie ihn die Schneider zu brauchen pflegen, welcher so zusammengedrückt war, daſs er eine sehr ins lange gezogene Ellipse bildete. In diesen Ring war eine Zinkscheibe durch Siegellack so befestiget, daſs sie mit demselben auſser aller leitenden Gemeinschaft stand, und beide Metalle waren mittelst eines, vom Ringe hervorstehenden kleinen metallenen Griffs, durch ein kurzes, schmales und bis zur höchst möglichen Dünne ausgestrecktes Platinstreifchen mit einander verbunden. Wenn man nun diesen kleinen Apparat bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Höhe in verdünnte Salzsäure eintauchte, und die Berührungs-Elektricität des Zinks und Kupfers durch diese stark leitende Flüssigkeit schnell entladen wurde, so erfolgte in dem Berührungspunkte der Metalle die Vereinigung der

entgegengesetzten Elektricitäten, durch welche die Berührungs-Elektricität entsteht, mit einer solchen Heftigkeit, daſs das kleine Platinstreifchen, welches den Berührungspunkt der Metalle bildete, wie ein Feuerfunken glühte, so daſs man Schwamm daran anzünden konnte. Ein glücklicher Erfolg dieses Versuchs ist noch gewisser, wenn man den Apparat gröſser macht; allein weil die Theorie voraussagt, daſs er auch im Kleinen gelingen müsse, so hatte Wollaston sich vorgesetzt, die Richtigkeit der theoretischen Ansicht durch seinen Versuch zu bestätigen.

Durch diesen Versuch wird folglich erwiesen, daſs, während die durch Berührung entstandene Elektricität durch die Flüssigkeit *entladen* wird, dieselbe eben so schnell durch die fortdauernde *Entladung* zwischen den Metallen in dem Berührungspunkte wieder erregt wird, und daſs daher in diesem kleinen Apparate das Elektricum, (wenn dieses übrigens etwas anderes, als eine unsere Vorstellungen erleichternde, eingebildete Idee ist) unaufhörlich zerlegt und wieder zusammengesetzt wird.

Man hat mehrere Arten, eine Flüssigkeit zwischen elektrische Metalle zu bringen. Die gewöhnlichste und wirksamste ist die, daſs man Pappscheiben, die etwas kleiner, als die Metallplatten, geschnitten sind, mit der Flüssigkeit anfeuchtet. Legt man nun mehrere Schichten in folgender Ordnung: Zink, Silber, feuchte Pappe, Zink, Silber, Pappe u. s. f., über einander, und schlieſst die Schichten mit Silber, so bildet sich daraus eine sogenannte *elektrische* oder *Voltasche Säule*, in welcher die Intensität der elektrischen Erscheinungen, auf die oben beschriebene Weise, sich mit der Anzahl der Plattenpaare vermehrt. Diese Säulen geben schon fühlbare Stöſse, entladen sich mit Funken, und zerlegen die Flüssigkeit, durch welche die Entladung geschieht. Ihre Wirksamkeit ist im ersten Augenblicke am gröſsten, nimmt dann fortdauernd ab, und hört in 2 bis 3 Mal 24 Stunden ganz auf.

Die Flüssigkeiten, welche man dazu anwenden kann, sind Mischungen von Säuren und Wasser, oder Auflösun-

gen von Alkalien oder Salzen in Wasser. Reines Wasser wirkt nur sehr schwach, weil es ein schlechter Leiter ist, und die Wirkungen in dem Maafse zunehmen, als eine Flüssigkeit die Elektricität schnell leitet. Ein Zusatz eines Salzes macht das Wasser zu einem besseren Leiter und vermehrt die Wirksamkeit der Säule sehr bedeutend. Wird aber aufserdem der dem Wasser zugesetzte Stoff leicht zerlegt, so wird die Wirkung noch gröfser, so dafs z. B. Salpetersäure kräftiger als Schwefelsäure, salzsaures Ammoniak kräftiger als salzsaures Natron wirkt. Die Stoffe, welche man am meisten dazu angewendet hat, sind Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, schwefelsaures und salzsaures Natron, salzsaures Ammoniak, Alaun u. m. a., die entweder für sich, oder mit Zusatz einer Säure in Wasser aufgelöst werden.

Man hat gefunden, dafs Salpetersäure die stärkste elektrische Ladung giebt, dafs aber auch ihre Wirkung bald aufhört. Ihre Wirksamkeit steht mit ihrer Concentration in geradem Verhältnisse, so dafs, nach Thenard's und Gay-Lussac's Versuchen, bei einem Zusatze von 10, 20, 30, 40 oder 80 Theilen starker Salpetersäure zu einer gegebenen Menge Wasser, die Intensität der durch diese saure Flüssigkeit erregten elektrischen Erscheinungen sich ebenfalls wie 10, 20, 30, 40 oder 80 verhält. Schwefelsäure bringt eine weniger kräftige und eben nicht länger anhaltende Wirkung als die Salpetersäure hervor. Salzsäure wirkt noch schwächer als Schwefelsäure, aber länger. Wenn es daher darauf ankommt, die höchste Wirksamkeit der Säule auf einen Augenblick zu benutzen, so bedient man sich der Salpetersäure; verlangt man aber eine länger fortwährende Wirkung, so mufs man Salzsäure anwenden.

Salzauflösungen wirken geringer als Säuren, ihre Wirkungen dauern aber viel länger. Salzsaures Ammoniak kommt den Säuren am nächsten. Kochsalz, besonders in Essig aufgelöst, wirkt übrigens ebenfalls kräftig, und wird am allgemeinsten angewendet. Man hat übrigens beobachtet, dafs die Wirkungen der Salzauflösungen

nicht mit ihrer Concentration im Verhältnisse stehen, und daſs überdieſs verschiedene Salze auch verschieden wirken. Gay-Lussac und Thenard haben gefunden, daſs eine elektrische Säule, welche, mit einer Säure aufgesetzt, in einer gewissen Zeit, bei der Entladung durch Wasser, 87 Maaſs Gas giebt, mit einer Salzlösung aufgestellt, in gleicher Zeit nur 12 Maaſs, hingegen dann 187 Maaſs Gas liefert, wenn man sie mit einer Salzauflösung aufbaut, zu welcher eben soviel Säure genommen worden ist, als vorher Wasser zur Auflösung des Salzes angewendet worden war. Uebrigens ist noch zu bemerken, daſs die Wirkung der Säule um so gröſser wird, je dünner die Schicht der Flüssigkeit zwischen den zwei verschiedenartigen Metallen ist.

Man hat mehrere Arten, diese elektrischen Säulen aufzubauen.

1) Die erste und gewöhnlichste Weise ist folgende: Platten von Zink und Kupfer, von der Gröſse eines Speciesthalers, werden zusammengelöthet, und dann so über einander gestellt, daſs zwischen jedem Plattenpaare eine Pappscheibe zu liegen kommt, die vorher mit einer Auflösung von Kochsalz in Essig gut durchtränkt worden ist. Wenn man die Säule so aufzubauen anfängt, daſs beim untersten Plattenpaare die Kupferseite nach oben liegt, so müssen alle folgende Plattenpaare in derselben Säule nach eben dieser Richtung eingelegt werden. Man kann zwar auch Metallplatten, die nicht zusammengelöthet sind, anwenden; allein es ist dann oft der Fall, daſs die aus den Pappscheiben austretende Flüssigkeit zwischen die Platten selbst eindringt, wodurch die Wirksamkeit der Säule bedeutend vermindert wird. Mehr als 20, 30 bis 40 Paar Platten darf man in einer Säule deshalb nicht auf einander stellen, weil sonst die Flüssigkeit der unteren Pappscheiben durch den zu starken Druck herausgepreſst wird; will man daher eine aus mehreren z. B. 100 Paaren zusammengesetzte Kraft anwenden, so thut man besser, wenn man mehrere kleine Säulen aufstellt und die entgegengesetzten Pole derselben durch Metalldräthe in

Verbindung bringt. — In Fig. 12. Taf. I. ist eine solche Säule dargestellt. — Hat die Wirksamkeit der Säule aufgehört, so muſs man sie aus einander nehmen, und die Metallplatten zum Behuf neuer Versuche durch Scheuern von der Oxydhaut reinigen, die sich während des Versuches auf ihrer Oberfläche ansetzt, und gewöhnlich ziemlich fest an dem Metalle haftet. Weil dieses Scheuern mit vieler Unbequemlichkeit verbunden ist; so ist man auf andere Methoden bedacht gewesen, wobei es dessen nicht bedarf. Diese Methoden sind folgende:

2) Man läſst sich eine Anzahl, von wenigstens 50 Stück kleinen Gläsern machen, von 1 Zoll Durchmesser auf dem Boden und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll Höhe, die entweder ganz cylindrisch, oder auch (mehr becherförmig) wie Fig. 13. Taf. I. gestaltet sind. Diese stellt man in ein Brett, worin für jedes Glas ein Loch eingeschnitten ist, zusammen, und füllt sie zu $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe mit schwacher Salzsäure. Man nimmt dann eine hinreichende Anzahl ziemlich starker Kupferdräthe, von 7 bis 8 Zoll Länge und gieſst an das eine Ende eines jeden Draths, wenn es zuvor gehörig gereiniget und mit etwas Salmiakauflösung bestrichen worden ist, mittelst einer gewöhnlichen Kugelform, eine Zinkkugel an. Es geht auch an, das Ende des Kupferdraths in geschmolzenen Zink einzutauchen, so daſs sich etwas Zinkmasse daran anhängt und diese durch mehrmaliges Eintauchen zu vergröſsern; dies geht aber langsamer von statten. Hat man auf diese Weise an jeden Kupferdrath eine Zinkkugel angeschmolzen, so werden dieselben so in die Gläser eingelegt, daſs die Zinkkugel auf den Boden des Glases zu liegen kommt, der Drath aber so weit umgebogen, daſs er in das nächste Glas bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von der darin befindlichen Zinkkugel hineinreicht. Je stärker der Drath ist, desto kräftiger ist die Wirkung des Apparats, und diese kann noch vermehrt werden, wenn der umgebogene Theil des Kupferdraths breit geschlagen wird, um ihm eine gröſsere Oberfläche zu geben. Dieser Apparat ist unter allen kleineren der bequemste, kostet auch am wenigsten zu un-

terhalten. Will man die Versuche damit nicht weiter fortsetzen, so braucht man nur die Dräthe herauszunehmen, im Wasser abzuspülen und mit einem reinen Handtuche abzutrocknen. Bei einem neuen Versuche können sie in wenigen Minuten wieder eingelegt werden.

3) Trog-Apparate nennt man diejenigen Vorrichtungen, wo die zusammengelötheten Metallplatten, mit einem nicht leitenden Kitt eingefaſst, in einen hölzernen Trog eingelegt werden, in welchen man die dazu bestimmte Flüssigkeit hineingieſst. Gewöhnlich bedient man sich dazu gröſserer, viereckiger Platten, meist von 4 Zoll Länge und Breite, also von 16 Quadratzoll Oberfläche. Nach jedem Versuche wird die Flüssigkeit wieder ausgegossen, der Trog mit reinem Wasser ausgewaschen, abgetropft und getrocknet.

Diese erste Einrichtung der Trog-Apparate ist späterhin in England um vieles verbessert worden. Man macht jetzt Tröge von Porzellan, die durch Zwischenwände in 10 bis 12 Fächer getheilt sind, wie Fig. 3. Taf. IV. zeigt. In London werden dergleichen Tröge von $14\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 6 Zoll Breite verfertiget, welche 10 Abtheilungen enthalten. In diese werden nun die Platten so eingesetzt, daſs eine Kupfer- und Zinkplatte mittelst eines 1 Zoll breiten Kupferstreifens (wie Fig. 2. Taf. IV.) mit einander verbunden und das Ganze so zusammengestellt wird, wie Fig. 4. zeigt. ab ist nämlich ein Stück trocknes und gefirniſstes Holz, an welches der Streifen eines jeden Plattenpaares festgeschraubt ist, so daſs man alle Paare auf einmal aus der Flüssigkeit herausheben kann, wenn man den Versuch schlieſsen will. Die Platten werden so in den Trog eingesetzt, daſs die sie vereinigenden Streifen genau in die Mitte der Scheidewände zwischen zwei Fächer, und daſs in jedes Fach eine Zink- und eine Kupferplatte zu liegen kommen, welche nur mittelst der darin befindlichen Flüssigkeit in leitender Gemeinschaft stehen. Durch Zusammenstellung mehrerer Tröge kann man Apparate von jeder beliebigen Anzahl Plattenpaaren erhalten.

Spätere Erfahrungen haben gelehrt, daſs durch Verdoppelung der Kupferplatten auch die chemische Wirksamkeit des Apparats verdoppelt wird, weil beide Seiten des Zinks dabei wirksam werden. In diesem Falle biegt man die Kupferplatten des einen Paares um die Zinkplatte des nächsten Paares, wie Fig. 5. Taf. IV. zeigt, wo die Ansicht von oben dargestellt ist und die punktirten Linien die Streifen andeuten, durch welche die Metalle mit einander verbunden werden. Man sieht leicht ein, daſs bei dieser Einrichtung die Zinkplatten auf beiden Seiten wirken müssen, während sie bei der vorigen nur mit einer wirken.

Eine andere Vorrichtung ist folgende. Man läſst sich schmale, parallelepipedische Tröge von Kupferblech machen, welche 10 Zoll hoch, 10 Zoll lang, aber nur ½ Zoll breit sein dürfen, und stellt dieselben auf ein isolirendes hölzernes Gestell so neben einander, daſs sie einander nicht berühren. Man setzt dann Zinkplatten von 9 Zoll Seitenlänge dergestalt in die Tröge ein, daſs sie das Kupfer an keiner Stelle berühren, und verbindet dieselben durch ein Queerholz, wie bei dem englischen Apparate ab Fig. 4. Taf. IV. Die Zinkscheiben werden dabei zugleich mittelst eines Kupferstreifens, der vom nächsten Kupfertroge ausgeht, in leitende Verbindung gebracht. Man gieſst dann die Flüssigkeit in die Tröge, welche nun als doppelte Kupferplatten wirken. Oersted und Stadion, welche von dieser Einrichtung zuerst Gebrauch machten, rühmen ihre ungewöhnliche Wirksamkeit.

Eine neue Construction der Trog-Apparate ist von dem amerikanischen Naturforscher Hare entdeckt. Man legt zwischen die ausgewalzten Zink- und Kupferplatten eine Scheibe von Pappe oder Leder, rollt sie dann spiralförmig zusammen, und nachdem man die Lederscheibe herausgenommen hat, befestigt man die Metallplatten in ihrer Lage mit kleinen hölzernen Stäben, die man dazwischen schiebt, damit sich die Metalle nicht berühren möchten. Die Verbindung des Zinks des einen Paares mit

dem Kupfer des andern, geschieht durch ein Queerholz, auf die bereits angeführte Weise. Diese so gewundenen Metallscheiben taucht man nachher in cylindrische Gefäſse von Glas, wobei man den Vortheil hat, daſs in Cylindern von einigen Zollen im Durchmesser ungeheuer groſse Scheiben Platz finden, daſs der gröſste Theil der beiden Seiten der Metalle activ ist, und endlich daſs man die wenigst-mögliche Menge Flüssigkeit braucht, wenn man die Scheibengerölle so groſs macht, daſs sie die Gläser richtig ausfüllen. Hare nennt diesen Apparat Calorimotor, weil er im Verhältniſs zu dem Raum, den er einnimmt, unendlich gröſsere Hitze bei der Entladung hervorbringt, als Trog-Apparate von gewöhnlicher Einrichtung. Die Hitze hängt jedoch von der Gröſse der Platten gänzlich ab, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Die Trog-Apparate haben ihre groſsen Vortheile, aber auch eben so groſse Unbequemlichkeiten. Sie erfordern ansehnliche Quantitäten Flüssigkeit, was, bei der Anwendung von Säuren, ziemlich kostbar ist. Eine Batterie von Londoner Trögen, zu ungefähr 50 Plattenpaaren, erfordert 20 bis 30 Quart Flüssigkeit. Durch den groſsen und ungleichen Abstand, der zwischen den Plattenpaaren bleibt, wird die Wirkung dieser Apparate vielfach schwächer, als wenn man dieselben Platten, mit Papierscheiben abwechselnd, welche mit derselben Flüssigkeit getränkt sind, auf die gewöhnliche Weise über einander stellt. Da man überdieſs, um die Wirkung zu vermehren, den Trog gewöhnlich mit einer Auflösung von Alaun, mit Schwefelsäure versetzt, anfüllt; so wird, während der Wirksamkeit des Apparats, die Entwickelung des Wasserstoffgases so bedeutend und für das Athmen so beschwerlich, daſs sie schon bei 50 Plattenpaaren dem Operator höchst lästig fällt. Die *Royal Institution* zu London besitzt einen solchen Apparat von 2000 Paaren, die in 200 Trögen vertheilt sind. Dieser Apparat steht aber in einem unterirdischen Gewölbe, und die Elektricität wird durch isolirte Metalldräthe in ein oberes Zimmer geleitet, wo man dann die Ent-

ladungs - Versuche ohne Unbequemlichkeit vornehmen kann.

In jedem Falle würde ich, nach meinen Erfahrungen über solche Apparate, denjenigen, die nicht mehr als 50 Plattenpaare besitzen, den Rath geben, sie lieber mit Pappscheiben abwechselnd über einander, als in einem Troge zusammenzustellen, weil die Mühe des Aufstellens durch eine 5- bis 6fach stärkere Wirkung reichlich belohnt wird. Hat man aber vielleicht mehrere hundert Paare, so ist es rathsamer, sich des Troges zu bedienen, weil dann der Apparat durch eine oder zwei Personen behandelt werden kann, was außerdem nicht möglich ist.

Außer *diesen Methoden* zur Erlangung verstärkter Wirkungen der *Berührungs*-Elektricität *giebt* es noch mehrere andere, von welchen ich jedoch nur eine noch erwähnen will, nämlich, daß man auch von einem einzigen Metalle eine elektrische Ladung erhalten kann, wenn man zwei verschiedenartige Flüssigkeiten anwendet, die von solcher Beschaffenheit sind, daß die Berührungs-Elektricität des Metalls von jeder derselben auf entgegengesetzte Weise erregt wird, d. h., daß die eine durch Berührung des Metalls positiv, die andere negativ wird. Wenn z. B. die eine Flüssigkeit eine concentrirte Säure und die andere ein concentrirtes Alkali ist, und man bringt in folgender Ordnung Kupfer, Säure, Alkali, K. S. A. u. s. w. über einander; so wird das *Kupfer in* der Berührung *mit Säure positiv* und *mit* dem Alkali negativ, und es entsteht daraus eine fortdauernde Entladung, sowohl zwischen dem Metalle und den beiden Flüssigkeiten, als zwischen diesen selbst. Indessen verliert eine solche Vorrichtung durch die Vermischung der Flüssigkeiten sehr bald ihre Wirksamkeit. Von der Richtigkeit der Vertheilung der Elektricität in einer solchen Säule kann man sich übrigens durch einen sehr einfachen Versuch überzeugen. Man gieße nämlich in ein kleines cylindrisches Glas ungefähr einen Zoll hoch eine Lösung von Kupfervitriol in verdünnter Schwefelsäure, dann auf

diese

diese ätzendes Ammoniak, jedoch mit solcher Vorsicht, daſs sich diese beiden Flüssigkeiten nicht mit einander vermischen, sondern genau von einander getrennt bleiben. Hierauf stecke man einen Kupferdrath hinein, so daſs ein Theil desselben in der Säure, der andere im Alkali steht. Gewöhnlich findet man nach Verlauf von 12 bis 24 Stunden das obere, negative Ende mit Kupferkrystallen überzogen, das untere positive Ende aber angefressen und zum Theil aufgelöst. Hierbei ist nun das Kupferoxyd des Vitriols durch die elektrische Entladung von unten nach oben geführt, und nachher zum Theil so zerlegt worden, daſs am obern negativen Ende des Drathes das Kupfer angeschossen ist, während der Sauerstoff desselben einen andern Theil Kupfer am untern positiven Ende wieder oxydirt hat.

Zamboni hat neuerdings eine Vorrichtung eines kleinen elektrischen Trog-Apparats angegeben, der aus Wasser und einem einzigen Metalle besteht, und eine sehr merkliche elektrische Wirksamkeit zeigt. Man stellt nämlich z. B. 50 Stück Uhrgläser neben einander, und legt auf den Boden eines jeden Glases eine runde Scheibe von Stanniol, von welcher ein schmales Streifchen Stanniol ausgeht, welches lang genug ist, um in das nächste Glas übergebogen werden zu können. Hierauf gieſst man destillirtes Wasser in die Gläser, und ordnet diese so, daſs die Stanniolstreifen nach einer Richtung hin gekehrt sind, und die Gläser unter einander verbinden. Das letzte Glas in diesem kleinen Apparate zeigt mit Hülfe des Condensators sehr deutliche Spuren von elektrischer Ladung, und zwar so, daſs die breitere Stanniolscheibe dem positiven Metalle, der schmälere Streifen aber dem negativen entspricht. Die Erklärung dieses beim ersten Anblicke paradox erscheinenden Phänomens scheint wohl die zu sein, daſs das Wasser im Contact mit den Zinnplatten durch Berührungs-Elektricität elektrisch geladen wird, wie in den gewöhnlichen Säulen, aber unendlich schwächer, und daſs es dann auf seiner Oberfläche eine entgegengesetzte Elektricität annimmt. Das Verhältniſs ist dann ge-

rade so, wie bei einer bloſs auf der einen Seite belegten und geladenen Glasplatte, welche, des Mangels der entgegengesetzten Belegung ungeachtet, dennoch Ladung annimmt. Die Stanniolstreifen dienen dabei nicht als Elektricitäts-Erreger, sondern bloſs als leitende Verbindungen zwischen den nicht belegten Seiten des Wassers, und wirken um so besser, je schmäler sie sind. Zamboni fand, daſs, wenn man etwas Kochsalz in dem dazu gebrauchten Wasser auflöst, die entladene Elektricität zwar schneller wieder hergestellt wird, aber schwächer ist, und daſs bei Anwendung starker Auflösungen gar keine Elektricität entsteht.

Oersted hat bewiesen, daſs mechanische Ungleichheiten bei verschiedenen Stücken des nämlichen Metalls schwache elektrische Wirkungen zwischen diesen Stücken hervorbringen können, als wären sie verschiedene Metalle. Wenn z. B. zwei Zinkscheiben von verschiedener Breite in eine schwach saure Flüssigkeit hineingetaucht werden, so wirkt, wenn man sie in metallische Berührung bringt, die breitere Scheibe wie Kupfer gegen die weniger breite. Ist aber die Säure stark, oder ihre Wirkung durch Erwärmung verstärkt, so verhält sich die breitere Scheibe umgekehrt wie Zink gegen die schmälere, die dann wie Kupfer wirkt. Wenn von zwei gleichen Scheiben, die eine durch vorheriges Eintauchen in eine Säure angefressen und rauh ist, so verhält sich diese wie Zink gegen die andere, deren glatte Oberfläche wie Kupfer wirkt.

Die verschiedenen Dimensionen der elektrischen Säule bringen, unter übrigens gleichen Umständen, auch verschiedene Wirkungen hervor. Diese Dimensionen beziehen sich 1) auf die Gröſse der, von den entgegengesetzten elektrischen Metallen berührten Oberfläche der Flüssigkeit, und 2) auf die Anzahl der zusammengestellten Plattenpaare.

In demselben Verhältnisse, in welchem die Oberfläche der Flüssigkeit zunimmt, vermehrt sich auch die elektrochemische Wirksamkeit der Säule, d. h. ihr Vermö-

gen, die Flüssigkeit zu zersetzen, das Feuerphänomen hervorzubringen u. s. w. Dagegen brauchen sich die Metalle, im Verhältnisse gegen die Flüssigkeit, nur auf einer sehr kleinen Oberfläche zu berühren; bei Säulen von kleinen Platten bedarf es daher nur eines Punkts, bei gröfseren hingegen einer etwas gröfseren Berührungsfläche, damit die zwischen den Metallen entladene Elektricität ungehindert übergeführt werden kann.

Man kann sich die Wirkung dieser Dimensionen leicht durch ein Beispiel versinnlichen. Wenn man zehn völlig gleiche Säulen hat, und man läfst sie sämmtlich mittelst ihrer verschiedenen Leiter durch eine und dieselbe Portion Wasser sich entladen, so wird die Menge Sauer- und Wasserstoffgas, welche durch Zersetzung des Wassers von allen 10 Säulen entwickelt wird, auch zehnmal so grofs, als von einer einzigen derselben sein. Läfst man hierauf die einzelnen Leitungen der gleichnamigen Pole zu einem einzigen verbinden, so wird (wenn man nicht den gemeinschaftlichen Leiter zu schwach macht) dasselbe erfolgen, und es ist klar, dafs ein ganz gleicher Erfolg statt haben würde, wenn jede einzelne Platte eine zehnmal gröfsere Oberfläche hätte, und alle zehn Säulen eine einzige ausmachten. Man hat diefs noch vollständiger auf folgende Art bewiesen: wenn z. B. 50 Paar Platten, jede von 16 Quadratzoll Oberfläche, bei ihrer Entladung etwa 2 Zoll eines sehr feinen Stahldrathes verbrennen, so werden von 32zölligen Platten 4 Zoll, von 64zölligen 8 Zoll Drath u. s. w. verbrannt.

Man hat Platten von mancherlei Dimensionen versucht, und immer gefunden, dafs mit ihrer Gröfse auch die Wirksamkeit zunimmt. Die gröfste Batterie in dieser Hinsicht, die man bis jetzt kennt, wurde im Jahre 1812 von dem Engländer Children gebaut, und besteht aus 20 Paar Platten von 6 Fufs Länge und 2 Fufs 8 Zoll Breite. Die Hitze, die sie in ihrem Entladungspunkte giebt, ist unglaublich grofs; ein mehrere Fufs langer Platindrath, womit sie entladen wird, bleibt fortwährend im Glühen.

Die zweite Dimension der Säule bezieht sich auf die Anzahl der Plattenpaare. Wenn man in dem oben gegebenen Beispiele von 10 gleichen Säulen alle 10 durch ihre entgegengesetzten Pole mit einander verbindet, so daſs sie eine einzige, 10mal mehr Platten enthaltende Säule ausmachen; so ist diese Säule von weit stärkerer Kraft, als eine einzige von diesen zehn Säulen. Allein diese Kraft äuſsert sich nicht etwa vorzüglich stark in den chemischen Wirkungen, sondern vielmehr vornehmlich in denjenigen Erscheinungen, die sich auf die höhere Intensität der vertheilten Elektricität beziehen; so treibt sie z. B. die Kugeln des Elektrometers stärker aus einander, und giebt einen weit heftigeren Schlag, als eine einzige Säule mit 10mal gröſseren Platten. Diesem allen liegt die Ursache zum Grunde, daſs die Intensität der Ladung, auf die oben gezeigte Art und Weise mit der Anzahl der Plattenpaare zunimmt, d. h. daſs die Elektricität sich mit gröſserer Kraft zu entladen strebt.

Wenn man die elektrischen Schläge dieser Säulen mit einander vergleicht, so findet man zwar, daſs der Schlag der zehnfachen Säule stärker, als der einer einzigen Säule ist, weil das Gefühl auch von der Menge der Elektricität afficirt wird; aber ohne Vergleich gewaltsamer ist der Schlag, welchen die einzelnen durch ihre entgegengesetzten Pole mit einander in Verbindung gesetzten 10 Säulen geben, weil hier vorzüglich die Heftigkeit, womit die Entladung geschieht, auf das Gefühl wirkt.

Indessen nimmt mit der Intensität auch die Menge der vertheilten Elektricität um etwas zu, jedoch in sehr geringem Verhältnisse. Gay-Lussac und Thenard haben durch Versuche ausgemittelt, daſs die Gröſse der elektrochemischen Wirksamkeit einer Säule, welche hauptsächlich von der Menge der Elektricität abhängt, in dem Verhältnisse der Cubikwurzeln von der Anzahl der Plattenpaare zunimmt. So werden, zur Verdoppelung der elektrochemischen Wirkung einer aus 64 Plattenpaaren bestehenden Säule, 512 Paar Platten erfordert, weil 64 der Cubus von 4, und 512 der Cubus von 8 ist, so daſs

daher die Anzahl der Platten 8mal gröſser sein muſs, wenn die elektrochemische Wirkung verdoppelt werden soll.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, 1) von der Veränderung, welche die Flüssigkeit in der Säule erleidet, und 2) von den physischen und chemischen Erscheinungen, zu sprechen, welche bei Entladung der Säule hervorgebracht werden.

1) Die Veränderung der Flüssigkeit ist von höchst merkwürdiger Art. Schon oben ist erwähnt worden, daſs während der elektrischen Entladung gewisse Bestandtheile zum positiven Metalle, andere zum negativen geleitet werden, und daſs dieſs nach einer gewissen Ordnung erfolgt, so daſs bei einfachen Körpern der Sauerstoff, bei zusammengesetzten aber die Säuren auf die positive Seite treten; auf der negativen Seite aber die einfachen brennbaren Körper, und von den zusammengesetzten alle diejenigen Oxyde sich ansammeln, welche mit Säuren Salze bilden können, und zum Sauerstoff eine gröſsere Verwandtschaft, als der Wasserstoff haben, wie z. B. Alkalien, Erdarten, die Oxyde des Zinks, Mangans, Ceriums u. m. a. Metalle. Bei einer Säule z. B., welche von Zink- und Kupferplatten, mit Pappscheiben, die mit einer Auflösung von salzsaurem Natron angefeuchtet sind, aufgebaut wird, sammelt sich auf der Kupferseite der Wasserstoff des Wassers, welcher in Gasgestalt entweicht, und das Natron des Salzes, welches in der Flüssigkeit zurückbleibt; auf der Zinkseite hingegen häuft sich der Sauerstoff des Wassers und die Säure des Kochsalzes an; der Sauerstoff entweicht aber nicht als Gas, sondern verbindet sich mit Zink und Salzsäure zu salzsaurem Zink. Sobald alles Alkali sich am Kupfer und alle Säure am Zink gesammelt hat, hört die Wirksamkeit der Säule auf; gewöhnlich nimmt die Wirkung schon dann ein Ende, wenn das Zink sich mit einer dicken Oxydhaut überzogen hat, welche die Leitung unterbricht. In Trog-Apparaten, wo die Beweglichkeit der Flüssigkeit es verhindert, daſs die bei der Entladung entwickelten Bestandtheile ruhig auf ihrer gehörigen Stelle bleiben, würde daher die Elektri-

cität immer fortdauern, wenn nicht die Oxydation des Zinks, wodurch dieses Metall zuletzt einen Ueberzug bekommt, die Leitung unterbräche.

Ich habe bereits angeführt, daſs die elektrischen Erscheinungen der Säule desto intensiver sind, je leichter sich die Flüssigkeit ersetzt, d. h. je weniger Kraft dazu erfordert wird, ihre Bestandtheile von einander zu trennen, und einen jeden nach seiner elektrischen Seite hin zu führen. Darum folgt, daſs, wenn wir in dem angeführten Beispiele unsere Säule so aufbauen, daſs wir statt des Kochsalzes eine Auflösung seiner Bestandtheile, nämlich: flüssige Salzsäure und ätzendes Natron, anwenden, und diese Bestandtheile in einer solchen Ordnung mit den Metallen in Verbindung bringen, welche derjenigen Ordnung, worin sie sich beim Aufhören der Wirkung der Säule befinden, entgegengesetzt ist, d. h. wenn wir die Säule so aufbauen, daſs Kupfer, Zink, Pappe mit ätzendem Natron, Pappe mit Salzsäure, Kupfer, Zink u. s. f. auf einander folgen; — daſs in diesem Falle die Säure weit leichter an die Zinkseite, das Alkali aber eben so leicht an das Kupfer treten kann, als wenn die Säure und das Alkali mit einander verbunden sind (und erst von einander geschieden werden müssen). Daher bringt auch eine Säule, auf diese Weise aufgebaut, eine ganz ungewöhnliche und weit gröſsere elektrische Wirkung hervor, als wenn sie mit einer Lösung von salzsaurem Natron aufgestellt wird.

Ihre Wirkung nimmt indessen in dem Maaſse ab, als Säure und Natron sich mehr und mehr zu Kochsalz verbinden, und wird, wenn beide sich völlig neutralisirt haben, bedeutend schwächer, dauert aber doch noch so lange fort, bis der gröſste Theil der Bestandtheile der Flüssigkeit sich auf entgegengesetzten Wegen ausgeschieden hat, d. h. bis das Alkali an das Kupfer und die Säure an das Zink getreten ist. Noch belehrender läſst sich ein Versuch dieser Art mit der Röhrenbatterie Taf. I. Fig. 14. anstellen, wenn man das Alkali in den untern Theil der Röhre füllt, und dann die Säure behut-

sam darauf gieſst, damit sich beide nicht vermischen. Noch sichtbarer ist der Erfolg, wenn man beide Flüssigkeiten vorher mit etwas Rothkohltinktur färbt, wovon die Säure roth und das Alkali grün wird; so wie nämlich beide Flüssigkeiten sich dann durchdringen, so kommt auch auf den Stellen, wo sie einander neutralisiren, die blaue Farbe des Rothkohls wieder zum Vorschein.

Diese Art Säulen haben sonach zwei verschiedene Wirkungszeiten: 1) eine kräftigere, die bis zur Verbindung des Alkalis mit der Säure geht, in welcher die elektrische Entladung durch die gegenseitige Anziehung der Säure und des Alkali's unterstützt wird, und 2) eine schwächere, in welcher diese Anziehung der elektrischen Entladung entgegenwirkt, weil letztere erst die von der Säure und dem Alkali eingegangene Verbindung wieder zerstören muſs, um beide Bestandtheile nach entgegengesetzter Richtung abzuleiten. Offenbar tritt bei unseren gewöhnlichen mit Kochsalzauflösung aufgebauten Säulen nur diese letztere Periode ein, und das Schema für die wirksamste Säule bleibt daher: Kupfer, Zink, Alkali, Säure, K. Z. A. S. u. s. f.; und eine solche Säule fährt so lange zu wirken fort, bis folgende Ordnung: Kupfer, Zink, Säure, Alkali eingetreten ist.

Baut man eine Säule gleich anfänglich in dieser letztern Ordnung auf, so ist sie zwar nicht schlechterdings unwirksam; allein ihre Wirkung ist doch höchst schwach und nicht anders, als wenn man bloſses Wasser zum Anfeuchten der Papierscheiben anwendete. Dieses wird nämlich in seine Bestandtheile zerlegt, der Wasserstoff tritt an das Kupfer, der Sauerstoff aber verbindet sich mit dem Zink, und die Entladung hat auch ihren Fortgang, die Anwesenheit des Alkali's und der Säure trägt aber nichts weiter dazu bei, als daſs das Wasser dadurch etwas mehr leitend wird.

Die bisher beschriebenen elektrisch-chemischen Erscheinungen finden bloſs bei fortdauernder Entladung der Säule statt. Unterbricht man diese, oder häufen sich die

Elektricitäten unentladen in den Polen an, so geht weiter keine Veränderung in der Flüssigkeit vor. Könnte man die Pole in absoluter Isolirung erhalten; so würde auch die Flüssigkeit durchaus unvermindert bleiben. Allein, da in jedem Augenblicke ein Theil der angehäuften Elektricitäten von der umgebenden Luft entladen wird; so bewirkt dies auch in der Flüssigkeit noch eine kleine Veränderung, und man findet das Zink selbst dann etwas angegriffen, wenn die Säule unentladen stehen bleibt. Es ist daher nicht die Entwickelung der Elektricität in der Säule, welche die elektrochemischen Erscheinungen hervorbringt, sondern diese rühren von der Entladung der Elektricität durch die leitende Flüssigkeit her.

2) Die *physisch-chemischen Phänomene*, welche aus dieser Entladung hervorgehen, verdienen nicht weniger Aufmerksamkeit, als die vorhergehenden. Wenn man an dem einen Pole der Säule ein Kork-Elektrometer aufhängt, und den andern Pol isolirt, so stoſsen sich die Korkkugeln ab. Die Gröſse dieser Wirkung hängt von der Anzahl der Plattenpaare, nicht von ihrer Gröſse ab; auch kann man auf diese Weise verschiedene von den gewöhnlichen Erscheinungen der elektrischen Attraktion und Repulsion hervorbringen, wiewohl nur schwach.

Verbindet man beide Pole durch einen Metalldrath, so entsteht, bei einer gewissen Ladungs-Intensität, im Augenblicke der Entladung ein Funken. Man erhält ihn besser mit spitzigen, als mit runden Ausladern, und seine Gröſse steht im Verhältnisse mit der Gröſse der Platte, d. h. er ist von einer geringen Anzahl groſser Plattenpaare sichtbarer, als bei Anwendung kleiner Platten. Dieser Funken wird auch erhalten, wenn man die Metalldräthe von beiden Polen in das Wasser leitet und sie hier sich berühren läſst. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daſs in diesem Falle die Intensität der Elektricität so unendlich gering ist, daſs das Wasser, ungeachtet es für stärkere Elektricität ein Leiter

ist, dennoch in einem gewissen Grade Nichtleiter für dieselbe wird. Selbst in der Lichtflamme sieht man diesen Funken noch und sein intensiver Glanz wird beim Durchfahren durch die Flamme nicht verdunkelt. Bedient man sich zum Auslader eines feinen Eisendraths, z. B. einer Klaviersaite von No. 10, so brennt die Spitze des Draths sogleich ab, und sprüht Funken umher. Die lebhaftesten und hellsten Funken erhält man, wenn man die Säule durch unächtes Blattgold und Quecksilber, wovon jedes mit einem Pole in Verbindung gebracht wird, entladet.

Die Entladung der Säule bringt übrigens dasselbe Phänomen von Feuer und Wärme hervor, wie die gewöhnliche Elektricität. Der Funke entzündet ein Gemenge von Sauer- und Wasserstoffgas; und eine Säule aus Platten entzündet und bringt die Körper, durch welche sie entladen wird, zum Glühen, wenn deren Capacität zu klein ist, um die Elektricität so schnell zu entladen, wie sie erzeugt wird. Man kann auf diese Weise aus einer starken Säule, welche durch zwei Platindräthe entladen wird, diese im Berührungspunkte zusammenlöthen, im Augenblicke der Entladung mehrere Ellen Stahldrath verbrennen, Kohle glühen u. s. w. Mit der grofsen Säule des Königl. Instituts zu London, kann man im Entladungspunkte zwei Stück Kohle stärker, als durch irgend eine andere Art Verbrennung zum Glühen bringen, und das sogar in solchen Luftarten, in welchen kein Verbrennen statt findet. Wir sehen hieraus auf das augenscheinlichste, dafs die Elektricitäten, sobald sie aufhören, sich als vertheilte EE zu zeigen, sich als strahlendes Licht und Wärme offenbaren, oder doch diese hervorbringen. Mit Children's grofser Plattenbatterie hat man Metalle geschmolzen, die im Feuer unschmelzbar sind, z. B. Iridium.

Wenn man grofse Plattensäulen durch kleine Mengen von Flüssigkeit entladet, so werden diese erwärmt und gerathen zuletzt ins Sieden; wenn man z. B. eine Salzauflösung in ein kleines konisches Metallgefäfs füllt, welches

mit dem einen Pole in Verbindung steht, und dann ein dickes Metallstück, z. B. eine Kugel, welche den Umkreis des Gefäſses nicht ganz ausfüllt, in die Auflösung bringt, so wird diese innerhalb weniger Minuten kochend heiſs. Zu einem guten Gelingen dieses Versuches wird jedoch erfordert, daſs die Säule sehr kräftig ist und die entladenden Metalle so viel Oberfläche, als möglich haben, weil sonst die Elekricitäten nicht in hinreichender Menge in das Wasser eindringen und dieses nicht ins Kochen bringen können. Ist die Masse der Flüssigkeit groſs, die Säule aber schwach, so wird jene von der Luft eben so schnell wieder abgekühlt, als sie erwärmt wird, und ihre Erwärmung ist daher unmerklich.

Wenn man von jedem Pole einer Säule einen isolirten Metalldrath zu den beiden Belegungen einer elektrischen Ladungsflasche führt, so wird diese augenblicklich mit der ganzen Intensität der Säule geladen, die Flasche mag übrigens klein sein, oder einer ganzen Batterie angehören. Van Marum fand, daſs eine Säule von ganz kleinen Platten die groſse Batterie, welche zu der colossalen Elektrisir-Maschine des Teylerschen Museums gehört, augenblicklich bis zu dem eigenthümlichen Grade der Säule selbst lud, wozu sonst mehrere Umdrehungen jener kräftigen Maschine erfordert wurden. Hieraus sieht man, daſs der Unterschied zwischen den Wirkungen der Reibungs- und Berührungs-Elektricität darin besteht, daſs bei ersterer eine geringe Menge Elektricität von groſser Intensität, bei der letztern aber eine unendlich groſse Menge Elektricität von geringer Intensität wirksam ist.

Wenn es richtig ist, die Flüssigkeit bei der elektrischen Säule, — wie das belegte Glas der Ladungsflasche — als geladenen Körper zu betrachten; so kann man annehmen, dieser Unterschied der Elektricität rühre davon her, daſs die Flüssigkeit eine unendlich gröſsere Capacität für vertheilte Elektricität, als das Glas, besitze, und daſs deshalb zur Ladung der Flüssigkeit bis zu einer geringen Intensität eine unendlich gröſsere Menge Elektri-

cität erforderlich sei, als das Glas (vermöge seiner geringeren Capacität) zur Ladung erfordert. Dafs aber die Intensität der Ladung nicht sehr grofs werden kann, liegt darin, dafs die Erregungs-Ursachen der Elektricität so geringe Intensität haben, die Ladung der Säule aber niemals intensiver werden kann, als die Ursache derselben ist.

Will man von der elektrischen Säule einen Schlag erhalten, so mufs man die blofsen Hände mit Wasser, am besten mit Salzwasser, anfeuchten, um die Oberhaut leitend zu machen, weil diese sonst so wenig leitet, dafs sie sogar die Entladung der Säule verhindert. Man pflegt dann einen silbernen Löffel, oder einen Schlüssel, überhaupt ein grofses Metallstück in die feuchte Hand zu nehmen, weil die Stärke des Schlags zum Theil von der Gröfse der Handfläche abhängt, welche mit dem Auslader in Berührung kommt. Am heftigsten fühlt man die Schläge, wenn man die Hände in zwei Schalen mit Salzwasser eintaucht und jede dieser Schalen mit ihrem Pole in Verbindung bringt. Die Schläge sind nur im ersten Augenblick der Entladung fühlbar, und die Zuckungen hören bei fortdauernder Gemeinschaft mit den Polen auf; hat man aber Hautbeschädigungen, Neidnägel, und solche Stellen, wo die Nerven weniger von der Oberhaut bedeckt sind, so giebt ein fortwährendes Brennen auf diesen Stellen die Fortdauer der Entladung zu erkennen. Auch durch den Geschmack läfst sich diefs erkennen, wenn man nämlich die Säule durch Hand und Zunge entladet, indem nach den ersten Zuckungen, die Zunge durch ein geschmackähnliches Gefühl affizirt wird, und zwar selbst dann, wenn der Körper, den man zur Zunge führt, nur reines Quellwasser ist.

Diese Umstände beweisen, dafs die Funken und Schläge bei der Entladung der elektrischen Säule daher rühren, dafs wenn die Pole der Säule isolirt sind, die Flüssigkeit zu einer höheren Intensität geladen wird, als die Berührung bei beständig fortwährender Entladung hervorzubringen vermag. Diefs ersieht man auch daraus,

daſs man bei abnehmender Wirkung der Säule keinen Funken von einiger Stärke mehr von ihr erhält, wenn man sie nicht nach jeder Entladung eine Weile mit Isolirung der Pole ruhen läſst, wodurch die Ladung allmählig zu einer höheren Intensität gebracht wird.

Die chemischen Wirkungen der Entladung gleichen, mit geringem Unterschiede, denjenigen, welche zwischen jedem Plattenpaare vorgehen. Wenn man (Fig. 6. Taf. IV.) eine Glasröhre an beiden Enden mit einem Korke verschlieſst, und durch jeden Kork einen Metalldrath so tief in die Röhre hineinführt, daſs die inneren Enden der Dräthe etwa $\frac{1}{8}$ Zoll von einander abstehen, dann die Röhre mit einer Flüssigkeit füllt, den oberen Kork mit einem Ableitungsrohre für die gasförmigen Stoffe versieht, und sodann jeden dieser Dräthe mit einem Pole der Säule in Verbindung bringt; so wird die Flüssigkeit in der Röhre auf dieselbe Weise zersetzt, als dieſs geschehen sein würde, wenn die Flüssigkeit zwischen den entgegengesetzten Metallen der Säule selbst eingeschlossen gewesen wäre, und man kann diesen Entladungs-Apparat wie ein neues Plattenpaar der Säule ansehen, durch welchen die Pole mit einander in Verbindung gebracht werden. Dabei kommt nicht einmal auf die Beschaffenheit der Metalldräthe etwas an, sie können aus einerlei, oder aus verschiedenen Metallen bestehen, und selbst in verkehrter Ordnung, d. h. gegen die Ordnung der in der Säule befindlichen Metalle, gegen einander gestellt werden; dieſs alles hat keinen Einfluſs, weil die intensive Ladung der Säule diese kleinen Hindernisse überwindet. Es zeigt sich dabei dieselbe Zerlegung der Flüssigkeit, die wir oben erwähnten, nur auf eine mehr in die Augen fallende Weise. Ist nämlich die Flüssigkeit bloſses Wasser, so ensteht am — Drathe ein Strom von Wasserstoffgas, am + Drathe aber, wenn er aus Gold oder Platin besteht, ein Strom von Sauerstoffgas; beide Gasarten können in einem kleinen Apparate (Fig. 7. Taf. IV.) unter besonderen Glasglocken, eine jede unvermischt mit den vorher mit ihr verbundenen Bestandtheilen, aufge-

fangen werden. Besteht der + Drath nicht aus Gold oder Platin, sondern aus einem leicht oxydirbaren Metalle, z. B. Kupfer, so senken sich von seiner Oberfläche immer mehr zunehmende Wölkchen von Kupferoxyd nieder, welche daher entstehen, dafs der Sauerstoff, statt Gasgestalt anzunehmen, sich mit dem Kupfer verbindet. Ist hingegen die Flüssigkeit Schwefelsäure, so wird am — Drathe Schwefel abgesetzt, und am + Drathe Sauerstoffgas entwickelt. War die Flüssigkeit ein Salz, so sammelt sich am — Drathe, aufser dem Wasserstoffgase, welches entweicht, auch das Alkali oder die Erdart, mit einem Worte, die Basis des Salzes, während um den + Drath herum das Sauerstoffgas entweicht, und die Säure des Salzes sich ansammelt; dabei bleiben beide an ihrem Drathe in freiem Zustande. Wenn der positive Drath nicht aus Gold oder Platin besteht, so wird er durch den ausgeschiedenen Sauerstoff des Wassers oxydirt, und dieses Oxyd bildet mit der Säure des Salzes ein Metallsalz. Enthält die Flüssigkeit selbst ein Salz eines Metalles, welches bedeutend geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff, als der Wasserstoff des Wassers besitzt, so wird das Wasser gar nicht, sondern nur das Metallsalz zerlegt, und zwar auf die Weise, dafs der Sauerstoff des Metalloxyds nebst der Säure an den + Drath geht, das Metall aber gefällt wird oder sich an dem — Drathe in metallischer Gestalt anlegt.

Aus allem diesen ersieht man daher, dafs bei den Entladungen durch eine Flüssigkeit Sauerstoff und Säuren vom negativen Pole abgestofsen und vom positiven angezogen werden. Hierbei werden die Verwandtschaften der Körper überwunden, die stärksten chemischen Banden gelöst und die Körper in ungebundenen Zustand versetzt. Alle Körper werden nicht mit gleicher Leichtigkeit, und im Allgemeinen um so weniger leicht zerlegt, je mehr sie mit Wasser verdünnt sind. Körper, welche in der Regel durch kleine Säulen keine Zersetzung erleiden, z. B. Kali und Phosphorsäure, werden durch grofse Plattensäulen leicht zerlegt, wenn man sie mit so wenig Wasserge-

halt, als möglich, anwendet, so dafs es vielleicht keine chemische Verwandtschaft giebt, die nicht innerhalb des Wirkungskreises einer hinreichend kräftigen elektrischen Säule aufgehoben und überwunden werden könnte. Dessen ungeachtet giebt es noch verschiedene Körper, an welchen wir deutlich wahrnehmen, dafs sie aus Sauerstoff und einem brennbaren Radikal zusammengesetzt sind, die wir aber dennoch durch Elektricität bis jetzt nicht haben zerlegen können, und das vermuthlich defshalb, weil dazu eine noch intensivere Elektricität erfordert wird, als man bisher angewendet hat.

Da diese Erscheinungen schwerlich statt haben könnten, wenn nicht die chemischen Verwandtschaften, im Ganzen genommen, als Wirkungen elektrischer Kräfte zu betrachten wären; so liegt in der vollkommenen Entwikkelung dieses Gegenstandes der Schlüssel zur Theorie der Chemie.

Der Umstand, dafs die Bestandtheile des Wassers nach der Zerlegung sich von einander trennen und jeder von ihnen um den entsprechenden Drath sich ansammelt, und zwar selbst dann, wenn die Dräthe weit von einander abstehn oder gar z. B. durch einen vegetabilischen oder animalischen Stoff von einander getrennt sind, war anfangs schwer zu erklären, zumal da keines dieser gasartigen Bestandtheile in einer bemerkbaren Menge im Wasser löslich ist. Wenn man z. B. eine Glasröhre AD (Fig. 8. Tafel IV.) an dem einen Ende mit einer feuchten Blase zubindet, sie zu $\frac{2}{3}$ mit Wasser anfüllt, dann in ein anderes Gefäfs mit Wasser eintaucht, in dieses letztere einen Drath BC hineinbringt, und in das Wasser der Glasröhre ebenfalls einen Drath steckt, so wird der positive Drath Sauerstoff, der negative aber Wasserstoff entwickeln, ungeachtet beide Wasserportionen durch die Blase von einander getrennt sind. Diese Trennung ist indessen blofs scheinbar, weil das Wasser die Blase erweicht, ihre Zwischenräume ausfüllt und daher in beiden Gefäfsen ein zusammenhängendes Ganze ausmacht.

Die Wanderung der Bestandtheile nach ihren ver-

schiedenen Polen ist nicht mehr schwer zu begreifen, seitdem man darüber im Reinen ist, daſs dazu ein ununterbrochener Zusammenhang der Flüssigkeit unumgänglich erfordert wird. Es sei AB (Fig. 9. Taf. IV.) der + Drath einer Säule, und BC der — Drath; der Abstand zwischen beiden sei mit Wasser angefüllt, welches wir uns als aus Atomen Sauer- und Wasserstoff zusammengesetzt denken, und die wir mit Kugeln bezeichnen; die obere Reihe der Kugeln gehöre dem Wasserstoff, die untere dem Sauerstoff an. Wenn die Säule noch nicht wirksam ist, stehen die Kugeln wie in Fig. 9.; fängt sie aber an zu wirken, und der + Drath stöſst den Wasserstoff ab und zieht den Sauerstoff an, so wie der — Drath diesen abstöſst und den Wasserstoff an sich zieht; so muſs dann die Reihe der Wasserstoffkügelchen sich nach dem — Drathe, die Reihe der Sauerstoffkügelchen aber sich nach dem + Drathe hin bewegen, und die bloſse Ansicht der Figur 10 ist hinreichend, zu zeigen, daſs kein Wasser- oder Sauerstoff eher, als an dem entsprechenden Drathe frei werden kann, und daſs das zwischen beiden Dräthen befindliche Wasser stets unzerlegtes Wasser bleiben muſs. Es liegt am Tage, daſs die Erklärung dieselbe bleiben muſs, wenn man die obere Reihe der Kugeln Metall, Alkali oder Erde, und die untere Reihe Sauerstoff oder Säure nennen will.

Die Gestalt, welche die dabei frei werdenden Körper annehmen, rührt nicht von der Elektricität her, sondern wird durch ihre chemische Natur bestimmt; gasförmige entweichen als Gas; unlösliche werden gefällt, und lösliche bleiben in der Flüssigkeit um den entladenden Leiter herum zurück.

Ehe ich die Berührungs-Elektricität verlasse, muſs ich noch eine andere Erscheinung kürzlich erwähnen, die ich an keiner anderen Stelle habe berühren können. Man hat gefunden, daſs manche Körper, unter gewissen Umständen, nur Eine von den beiden Elektricitäten durchlassen, die andere aber isoliren. Man nennt sie unipolare Leiter. Gut ausgetrocknete Seife z. B.

leitet die positive Elektricität, isolirt aber die negative. — Die Flamme des brennenden Phosphors leitet die negative E. und isolirt die positive. Diese Phänomene zeigen sich indessen nicht eher, als bis man mit dergleichen Körpern die elektrische Säule zu entladen versucht, wo man findet, dafs sie diese nicht entladen, ungeachtet sie sonst die Elektricität ziemlich gut, und die eine Elektricität eben so leicht, wie die andere leiten. Wenn man daher zwei Dräthe, die mit den beiden Polen der Säule in Verbindung stehen, in ein gehörig isolirtes Stück wohl getrocknete Seife dergestalt hineinsteckt, dafs ihre Enden in einem geringen Abstande einander gegenüber stehen; so wird die Säule nicht entladen, und wenn man an den Polen Elektrometerkugeln aufgehängt hat, so behalten diese ihre Divergenz bei, als ob keine Verbindung zwischen den Polen statt fände. Wenn man hingegen die Seife mit einem Metalldrathe in Berührung, und diesen mit dem Erdboden in Verbindung bringt, so wird die Elektricität des positiven Pols abgeleitet, und seine Elektrometerkugeln fallen zusammen; dabei steigt aber die elektrische Intensität des negativen Pols auf ihr Maximum und die Elektrometerkugeln stofsen hier einander mehr, als vorher, ab. Macht man diesen Versuch mit der Flamme des brennenden Phosphors, oder mit dem, von einem am Dochte einer Weingeistlampe glühenden Platindrathe aufsteigenden Dampfe (wobei ebenfalls eine Säure gebildet wird), so ist der Erfolg ganz umgekehrt.

Diese Erscheinungen gehören zu den noch nicht erklärten Gegenständen der Elektricitätslehre, und zwar defshalb, weil man noch nicht einzusehen vermocht hat, warum diese unipolaren Leiter der einen Elektricität einen leichteren Durchgang zum Erdboden, als zu einem Körper gestatten, welcher die entgegengesetzte Elektricität im Ueberschufs enthält und sich zu neutralisiren strebt. Man hat gefunden, dafs die meisten Körper bis zu einem gewissen Grade unipolare Leiter sind, wiewohl sich diefs gröfstentheils nicht ohne Schwierigkeit bemerken läfst; und dafs diese Unipolarität mit ihren elektrochemischen Eigenschaf-

schaften in gewissem Verhältnisse steht, so daſs sie diejenige Elektricität, die sie durch Berührung gewöhnlich annehmen, leiten, die entgegengesetzte aber isoliren. Die Alkalien und Seife sind folglich unipolare Leiter für die + E, Säuren hingegen und die Phosphorflamme für — E. Läſst man die Flamme eines Körpers, der ein Alkali bildet, z. B. des Kaliums, oder eines Körpers, der vielen Wasserstoff enthält, zwischen zwei gleichen Metallkugeln brennen, die mit entgegengesetzten Elektricitäten elektrisirt sind, so zieht sich die Flamme nach der negativen Kugel; der gröſste Theil des Rauches setzt sich daran fest, und die Kugel wird erhitzt, während die andere kaum warm wird. Dagegen zieht sich die Flamme solcher Körper, welche Säuren bilden, z. B. des Phosphors, Schwefels u. s. w. nach der positiven Kugel, welche mit Rauch überzogen und erhitzt wird.

Die Entdeckung der Berührungs-Elektricität und ihrer Wirkungen ist, in Hinsicht ihres Einflusses auf die Entwickelung aller Theile der Naturkunde, vielleicht eine der wichtigsten, welche der menschliche Scharfsinn jemals gemacht hat. Wenn man überlegt, was seit ihrer Entdeckung schon jetzt aus der chemischen Philosophie geworden ist, und sich erinnert, daſs man noch vor 25 Jahren keine Ahnung davon hatte; so kann man sich Glück wünschen, in einem Zeitalter geboren zu sein, in welchem das menschliche Geschlecht mit schnelleren Schritten als jemals, seiner geistigen Veredelung entgegenschreitet.

Den ersten Anlaſs zu diesen Entdeckungen gab eine ganz gewöhnliche elektrische Erscheinung. Aloys Galvani, Professor der Anatomie zu Bologna, lieſs einige Zöglinge sich im Zergliedern von Fröschen üben, und als einer von ihnen zufällig einen Funken von einer in der Nähe stehenden Elektrisirmaschine erhielt, fingen die Muskeln des Frosches unter dem Messer des Zergliederers an zu zucken. Galvani faſste diese Erscheinung auf und beschloſs, näher zu untersuchen, welche Belehrung der Mensch aus dieser unerwarteten und ungewöhnlichen Em-

pfindlichkeit der Nerven eines todten Frosches für Elektricität ziehen könne, wenn dieselben zu Elektroskopen für atmosphärische Elektricität angewendet würden. Zum Behuf eines solchen Versuches, schnitt er ein Stück Rükkenmark nebst den damit zusammenhängenden unteren Extremitäten eines Frosches aus, zog hierauf einen Kupferring durch das Rückenmark, und bemerkte, nachdem er mit dieser Vorrichtung längere Zeit Beobachtungen über die Elektricität der Atmosphäre gemacht hatte, ganz zufällig, dafs ein zerschnittener und mit einem Haken zum Aufhängen versehener Frosch, als er auf ein Gefäfs von verzinntem Eisenbleche gelegt wurde, Zuckungen bekam, die sich immer wiederholten, so oft der Haken, wenn er von dem Bleche aufgehoben worden, dieses wieder berührte. — Galvani fand bald nachher, dafs, wenn man zwei verschiedene Stellen eines so zerschnittenen Frosches mit zwei verschiedenen Metallen belegte, stets Zuckungen in dem Frosche entstünden, sobald die Metalle sich berührten oder mittelst eines Metalldraths verbunden würden, und dafs Zink und Silber diese Erscheinung besser als andere Metalle hervorbrächten. Nun war die Entdeckung geschehen. Galvani machte im Jahre 1791 seine Versuche in einer Druckschrift bekannt, und nannte den wirkenden Stoff animalische Elektricität. Sein Wunsch, aus dieser Entdeckung Nutzen für seine Hauptwissenschaft zu ziehen, verleitete ihn zu mancherlei physiologischen Theorien, die aber bald wieder in Vergessenheit geriethen.

Während des folgenden Jahrzehents wurde von vielen achtungswerthen Naturforschern eine so grofse Anzahl von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt und beschrieben, dafs eine Sammlung derselben ziemlich eine kleine Bibliothek ausmachen würde. Man richtete seine Aufmerksamkeit dabei vorzüglich auf Physiologie und fing an, den Stoff, welcher die Zuckungen in dem präparirten Frosche hervorbrachte, als ein eigenes, mit der Elektricität analoges, feines Fluidum zu betrachten, welches man Galvanismus nannte, welchen Namen die

Berührungs-Elektricität noch jetzt oft führt. Die Chemie hatte bis dahin noch keinen Nutzen aus dieser Entdeckung gezogen, und konnte damals die Umschaffung noch nicht ahnen, die für sie daraus hervorgehen würde.

Im Jahre 1800 trat Alexander Volta mit der Entdeckung der elektrischen Säule auf, und nach Verlauf eines halben Jahres gab es wohl kaum einen Naturforscher mehr, welcher nicht Volta's erstaunenswürdige Erfindung durch eigene Erfahrungen bekräftiget gefunden hätte. Volta beschrieb die Säule als eine elektrische Vorrichtung, in welcher die Elektricität durch gegenseitige Berührung verschiedenartiger Metalle hervorgebracht würde. Die Meinungen darüber waren getheilt, weil man nicht einig darüber war, ob der in der Säule wirkende Stoff, der Galvanismus, Elektricität sei, oder nicht. Man kam indessen bald darüber zur Gewifsheit, nämlich auf die Weise, dafs man zwei elektrische Ladungsflaschen zu gleicher Intensität lud, und zwar die eine durch eine starke elektrische Säule, und die andere durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine; wobei man fand, dafs ihre entgegengesetzten Belegungen einander entladeten. — Ueber die Ursachen der elektrischen Ladung der Säule lag man dagegen lange im Streite. Die fast bis ins Unendliche verschiedene Wirksamkeit der Säule bei Anwendung verschiedenartiger Flüssigkeiten, die insonderheit beim Gebrauch der Salpetersäure am stärksten ist, gab Anlafs zu der Vermuthung, dafs eine andere Ursache, als die Berührung, hier wirke, und dafs vornehmlich die Oxydation des einen Metalls als *primum movens* der Elektricität zu betrachten sei, da die Erregung derselben in dem Maafse zunehme, wie die Oxydation stärker werde. Eine grofse Anzahl von Naturforschern sah daher die Elektricität der elektrischen Säule als eine Folge von der Oxydation des Zinks, und diese als eine nothwendige Bedingung an, ohne welche diese Elektricität nicht statt finden könne. Volta und mehrere andere Naturforscher traten mit kräftigen Beweisen gegen diese Idee auf; völlig abgemacht aber wurde die Sache wohl erst durch eine Reihe von

Untersuchungen von Humphry Davy, worüber er der Königl. Societät zu London im November 1806 einen Bericht erstattete, der zu den vortrefflichsten Abhandlungen gehört, welche jemals die Theorie der Chemie bereichert und erweitert haben.

Ungeachtet die endliche Erforschung der Wahrheit so viel Mühe kostete, so können wir sie doch jetzt durch ganz einfache Versuche aufser Zweifel setzen. Ein solcher Versuch ist folgender: Man giefse auf den Boden eines jeden Bechers der Batterie Taf. I. Fig. 14. ätzende Kalilauge, auf diese aber Salpetersäure, jedoch mit Vorsicht, damit sich nicht beide Flüssigkeiten vermischen. Das Zink steht nun im Alkali, und das Kupfer in der Säure, von welcher es nach und nach oxydirt und aufgelöst wird, während das Zink vom Alkali nicht angegriffen wird. Wäre nun die Oxydation das *primum movens* der Elektricität, so würde bei Entladung der Säule der Kupferpol positiv und der Zinkpol negativ sein, d. h. die Metalle würden die umgekehrten EE besitzen. Läfst man aber die Säule sich wirklich entladen, so hört die Oxydation des Kupfers in der Säure augenblicklich auf, das Zink oxydirt sich sichtbar im Alkali, und der Zinkpol wird, wie gewöhnlich, positiv. Daraus folgt augenscheinlich, dafs nicht die Oxydation, sondern die Berührung der Metalle die wahre Ursache der Elektricitäts-Entwickelung in der Säule sei.

Die chemischen Wirkungen der elektrischen Säule erweckten anfangs die Aufmerksamkeit der Erfinder weniger, als ihre physischen Erscheinungen. Zwei Engländer, Nicholson und Carlisle, bemerkten zuerst, dafs sie das Wasser zerlege und die ausgeschiedenen Bestandtheile desselben sich um die verschiedenen Pole ansammelten. — Diese chemischen Wirkungen wurden nunmehr ein wichtiger Gegenstand der Untersuchung; man glaubte entdeckt zu haben, dafs der + Pol bei seiner Entladung durch Flüssigkeiten Säuren, der — Pol aber Alkalien erzeuge, und fing an zu vermuthen, dafs aus den Bestandtheilen des Wassers an den entsprechenden Polen Salzsäure und

Natron gebildet werden könnten. Simon bewies aber, daſs aus reinem Wasser weder Säure noch Alkali, sondern bloſs Sauer- und Wasserstoffgas erhalten werde. — Bei einer Reihe von Versuchen, die ich mit Hisinger anstellte, und die wir im J. 1803 bekannt machten, gelang es uns, die wahre Beschaffenheit der vermeinten Bildung von Säure und Alkali darzulegen, und zu zeigen, daſs alle diese Erscheinungen von den vorerwähnten allgemeinen Gesetzen abhängig sind, nach welchen bei Entladung der Säule durch Flüssigkeiten die brennbaren Körper und Salzbasen um den — Pol, der Sauerstoff und die Säuren aber um den + Pol sich ansammeln. Davy wiederholte vier Jahre später diese Versuche mit gröſseren Apparaten, und bewies, daſs dieses Gesetz bis zu einem Grade gültig sei, wovon man bis dahin noch keine Ahnung gehabt hatte. Seine wirksamen Apparate schieden sogar die Kieselerde und das Natron aus dem Glase, worin er seine Versuche anstellte, so daſs sich deutliche Spuren von Natron am — Leiter zeigten; auch glückte es ihm, Körper zu zerlegen, die bis dahin unzerlegt geblieben waren, und indem er dadurch die gewagte Vermuthung des groſsen Lavoisier über die Natur der Alkalien bestätigte, zog er aus diesen Körpern, mit Hülfe der reducirenden Kraft der Elektricität, eine Reihe neuer, ungekannter metallartiger Körper, welche die erstaunenswerthen Folgen von den Entdeckungen der Berührungs-Elektricität um ein Ansehnliches vermehrten.

De Luc erfand im J. 1804 die trockenen Säulen aus Silberpapier und Zink; Jäger erklärte die Theorie derselben, nach meinem Erachten, am wahrscheinlichsten; und die Erscheinung der unipolaren Leiter ist eine Entdeckung Erman's.

4. Erregung der Elektricität durch einen unbekannten chemischen Prozeſs in den Wolken.

Gewisse Wolken bringen eine eigenthümliche Erscheinung hervor, welche wir Donner nennen. Diese Wol-

ken zeigen von ihrer Entstehung an Merkmale von freier Elektricität; diese wächst aber zuweilen augenblicklich zu einem aufserordentlichen Grade elektrischer Ladung, entweder zwischen verschiedenen Wolkentheilen, oder zwischen ihnen und dem Erdboden, an, und entladet sich durch einen starken Funken, welcher zuweilen ungemein grofse Sprünge macht und das eigentliche Phänomen des Donners oder Donnerschlages ausmacht. Zuweilen, wenn die Wolken und der Erdboden eine schwache entgegengesetzte elektrische Ladung haben, entsteht keine so heftige Entladung, sondern die Elektricität setzt sich allmählig ins Gleichgewicht. Geschieht diefs in der Nacht, so sieht man erhabene spitzige Theile des Erdbodens mit gröfseren oder kleineren elektrischen Flammen leuchten, die man Elmsfeuer nennt; diese Körper blasen nehmlich, vom Erdboden aus, den Wolken und der Luft eine entgegengesetzte Elektricität zu und stellen das Gleichgewicht her. Diese Erscheinung zeigt sich besonders oft zur See, und ist im Grofsen dasselbe, was die Flamme an spitzigen Körpern in der Nähe von grofsen Elektrisirmaschinen im Kleinen ist.

Die Ursachen von der Vertheilung der Elektricitäten in den Wolken sind uns völlig unbekannt; sie müssen sich aber auf einen chemischen Prozefs gründen und die Vertheilung mufs in einem einzigen Augenblicke zur vollen Ladung anwachsen können, da eine und dieselbe Wolke oft schnell hinter einander fortblitzt, und aufserdem die Wolken, weil sie aus Wasserdünsten bestehen und folglich Leiter sind, eine langsam erregte Elektricität sehr bald ohne Funken ins Gleichgewicht bringen müfsten.

Geschieht der Schlag zwischen den Wolken und dem Erdboden; so sagt man, der Blitz oder Donner schlägt ein. Gewöhnlich trifft ein solcher Schlag irgend einen erhöhten Gegenstand, z. B. einen Baum, einen Thurm, ein Haus und dergl., und diefs zwar um so leichter, je mehr der Gegenstand leitend und spitzig ist. Wenn man einen solchen Blitzschlag in einer geringen Entfernung

beobachtet, so findet man am gewöhnlichsten, daſs ein elektrischer Funke im Zickzack aus dem Thurme oder Hause nach den Wolken emporfährt; bisweilen sieht man aber auch, daſs aus beiden Funken hervorbrechen und in der Luft einander begegnen. Schlägt der Blitz in die See, so liegt die Wolke tief und senkt sich kurz vor dem Ausbruche des Funkens noch tiefer, und dieser scheint nun von der Wolke auszugehen; das Wasser hebt sich ihm entgegen in Gestalt eines kleinen Kegels, und dadurch wird die Stelle, wo der Blitz einschlägt, mit kleinen Wogen umkreist.

Man hat versucht, Häuser und Gebäude durch sogenannte Blitzableiter vor dem Einschlagen zu sichern. Sie sind von zweierlei Art, spitzige und stumpfe; beide Arten bestehen aus einer Metallmasse, die in einer zusammenhängenden Strecke von den obersten Theilen der Gebäude bis einige Fuſs tief unter die Erde fortläuft; die spitzigen Ableiter endigen sich oben in eine aufwärts stehende feine Spitze von Silber; die stumpfen hingegen mit einer Metallkugel.

Beide Arten haben ihre Vortheile und ihre Unbequemlichkeiten. Spitzige Ableiter sind dazu bestimmt, einer nahe über dem Hause weggehenden Gewitterwolke von der Erde aus allmählig entgegengesetzte E. zuzuströmen, die freie E. derselben dadurch zu sättigen und ihrer Entladung zuvorzukommen. Diese Ansicht gründet sich auf die Meinung, daſs eine Donnerwolke eine lange Weile stark geladen sein könne, ohne sich zu entladen, und daſs man sie deſshalb einem groſsen elektrisirten Leiter vergleichen könne, welcher über dem Hause und dem Blitzableiter hinziehe. Wir haben aber Grund zu vermuthen, daſs die aus einer Gewitterwolke hervorblitzende Elektricität in demselben Augenblicke, (oder höchstens wenige Augenblicke vorher) frei wird, wo sie als Funke hervorbricht, und in diesem Falle kann der spitzige Ableiter ihr nicht schnell genug entgegengesetzte Elektricität zublasen. Vielmehr wird er statt dessen den Schlag aus weiterer Entfernung anziehen, der auſserdem viel-

leicht zwischen den verschiedenen Wolkenschichten oder auf einer andern Stelle des Erdbodens sich entladen hätte. Spitzen haben daher den grofsen Fehler, dafs sie wirklich den Blitz, so zu sagen, zu sich herablocken; dagegen haben sie aber allerdings auch den Nutzen, dafs sie seine Heftigkeit vermindern und eine langsamere Entladung bewirken. — Stumpfe Blitzableiter haben die Bestimmung, den elektrischen Schlag in seiner ganzen Stärke aufzufangen, und müssen daher nach einem grofsen Maafsstabe angelegt werden, wenn sie nicht schmelzen, oder zu Beschädigungen der Gebäude durch Seitenschläge der Elektricität Anlafs geben sollen. Sie haben den Vortheil, dafs ein Blitz, der das Haus trifft, dieses in der Regel verschont, und am Ableiter niederfährt.

5. Erregung der Elektricitäten durch einen eigenen organisch-chemischen Prozefs.

Einige Fische haben die sonderbare Eigenschaft, sich durch starke elektrische Schläge zu vertheidigen, wodurch Thiere, die sich ihnen nähern, gelähmt und mitunter getödtet werden können. Fische dieser Art sind der Zitteraal, *(Gymnotus electricus)*, der Zitterrochen, *(Raja Torpedo)*, der Zitterwels, *(Silurus electricus)* und der *Trichiurus indicus*. Diese Fische besitzen eigene Organe, womit sie augenblicklich einen unglaublich starken elektrischen Schlag hervorbringen können, so dafs ein Mensch es nicht gern wagt, einen grofsen und eben erst gefangenen Fisch der Art zu berühren. Diese Organe liegen mehr an der Oberfläche des Körpers und sind bei jeder dieser Fischarten anders gestaltet. Sie haben sehr starke Nerven, und wenn das Organ weggenommen, oder ein Nervenstrang, welcher zu demselben führt, abgeschnitten wird, so stirbt der Fisch zwar nicht sogleich, verliert aber seine ganze elektrische Kraft.

Diese Organe haben eine Art von zelliger Struktur und sind sehr reich an Blutgefäfsen, daher man sie gleich nach Entdeckung der elektrischen Säule, mit dieser Vor-

richtung verglichen hat. Allein allem Anscheine nach hat hier die Vertheilung der Elektricitäten einen ganz anderen Grund. Diese Fische sind an und für sich nicht elektrisch und zeigen am Elektrometer keine Spur von Elektricität; dieſs beweist aber, daſs sie sich in einem Augenblicke laden und entladen können, und dieſs beruht sogar einzig und allein auf ihrer Willkühr, da sie zu einer Zeit gar keinen Schlag, zu einer anderen aber äuſserst heftige Stöſse geben, und diese alle zwei bis drei Sekunden wiederholen. Sie geben den Schlag in und auſserhalb dem Wasser, doch nur bei unmittelbarer Berührung; denn der mindeste Zwischenraum von Luft oder Wasser verhindert den Schlag. Der Fisch muſs überdieſs in zwei Punkten berührt werden, wenn er einen Schlag geben soll, ungeachtet diese Punkte keine bestimmte Stelle einnehmen, und einander so nahe liegen können, daſs man sie beide auf einmal berühren kann, wenn man den Finger auf den Fisch drückt. Isolirt man sich und berührt den Fisch mittelst eines Metalls, so erhält man keinen Schlag, weil er sich durch das Metall entladet. Daher kann man einen solchen Fisch ohne alle Ungelegenheit handhaben, wenn man ihn auf eine metallene Schüssel legt, oder zwei Seiten desselben durch Metall in Verbindung bringt, weil dann alle Schläge, die der Fisch giebt, durch das Metall ausgeladen werden. Einige Male will man bei diesen Schlägen elektrische Funken bemerkt haben. Bei einem gefangenen Fische nimmt die elektrische Kraft in dem Maaſse ab, als seine Lebenskräfte sich vermindern.

Magnetismus.

Eine gewisse Art von Eisenerzen besitzt die Eigenschaft, mit mehr oder weniger Kraft Eisen anzuziehen und fest zu halten. Man nennt einen solchen Eisenstein einen Magnet. Seine Anziehungskraft äuſsert sich nur