

ZWEITER THEIL.

VI. CAPITEL.

VON DEM GALVANISMUS.

A) *Von der Erregung und Leitung des galvanischen Verhältnisses.*

§. 113.

XXXI. Vers. Legt man eine Zink- und eine Silberplatte, wo jede wenigstens 6" im Durchmesser hat, mit ihren ebenen möglichst glatt geschliffenen platten Oberflächen auf einander, so erhalten beide durch die blosse Berührung entgegengesetzte Electricitäten, das Zink + E, das Silber — E; jedoch von einer so geringen Spannung, daß dieselbe auch an einem sehr empfindlichen Electrometer nur mittelst der oftmaligen Verstärkung des E durch den Condensator bemerkbar wird. Auch muß, um die eine der Platten auf den Condensator wirksam zu machen, die andere mit einem guten Leiter in leitende Verbindung gesetzt werden; denn soll einer der berührenden (und dadurch wechselseitig

(50²)

Electricität erregenden) Körper, auch nach aussen electricisch wirken, so kann dieses nur geschehen, wenn gleichzeitig der ihm heterogene Körper in den Stand gesetzt ist, seine electricische Wirksamkeit nach aussen zu erstrecken, und auch nur in dem Maasse, wie dieses der letztere Körper vermag, ist es dem ersteren möglich.

1) Da bei einer 120 maligen Verstärkung durch den Condensator, VOLTA's Strohhalmelectrometer nur auf 2^o Divergenz gebracht wurde, und da der Versuch ausser gespannter Aufmerksamkeit, gehöriger Ruhe etc. mehr Zeit heischt, als gewöhnlich andere nothwendige Versuche in den Vorlesungen übrig lassen, so kann er hier nicht füglich beigebracht, sondern nur die dazu nöthige Vorrichtung gezeigt, und der Cauteln zur glücklichen Beendigung desselben gedacht werden. Er ist indess durch die vorzüglichsten Experimentatoren unserer Zeit bestätigt worden, und der Einwurf welchen Einige machten, „als habe sich VOLTA durch zufällig in seinen Condensationswerkzeugen erregte Electricität täuschen lassen, so daß die Divergenzen welche er erhielt, nur Erfolge der Reibung und Bewegung der Scheiben und der zufälligen electricischen Ladung der Atmosphäre seyen,“ ist späterhin durch die Wiederholung des Versuchs mit vollkommeneren Instrumenten ganz beseitigt worden. Wichtiger scheint eine andere zuerst von FOWLER gemachte Bemerkung; daß die electr. Spannung der Platten, nur Erfolg einer Wasserersetzung sey, die dem hygroskopischen Wasser der Metallplatte wiederfahre“; indess versichern dagegen mehrere Physiker

den Versuch mit sehr trocknen Metallplatten glücklich beendet zu haben, und VOLTA sah durch augenblickliche wechselseitige Berührung einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine isolirt ist, das BENNETTSche Electrometer um 2—3 Linien divergiren. Vergl. VOLTAs letzte Untersuch. über den Galvanism. vor Erfind. der Säule. In Briefen an ALDINI. Aus BRUGNATELLI's Annali di Chimica übers. in RITTERS Beiträg. II. Bd. S. 28—30.

2) Ist der Deckel des Condensators von Zink, so macht ihn die Zinkplatte des obigen Vers. sogleich positiv electricisch, und ist der Deckel von Silber oder Kupfer, so wird er durch die Silberplatte des Vers. — E erhalten. Will man hingegen im letzteren Fall das + E des Zinks dem Deckel zuführen, so würde er bei der Berührung mit der Zinkplatte indifferent bleiben, weil er die Wirkung des Silbers von der andern Seite aufhebt; man muß daher entweder die obige Bedingung erfüllen, und einen Zinkdeckel anwenden, oder (aus später zu erläuternden Gründen) zwischen den kupfernen Deckel und die berührende Zinkplatte eine Wasserschicht, z. B. eine nasse Tuchscheibe legen. Nach ERMANN (GILBERTS Ann. XI. 1. S. 90) zeigt sich übrigens das E der Platten weit stärker, wenn man mittelst isolirender Handgriffe (womit die Platten versehen sind), die den nahen Condensator berührende Platte bei der Berührung ein wenig aufhebt. weil während derselben beide E einander doch etwas binden; und läßt man zwei grosse glatt geschliefene Platten der Art, mehrere Stunden hindurch, sich gegenseitig genau berührend, auf einander liegen, so kann man beide E zugleich zeigen, wenn man die Platten mittelst gläserner Hand-

griffe von einander entfernt. — Um zu erfahren von welcher Art die so erhaltene Electricität sey, giebt man Acht, ob die zuvor bewirkte Divergenz des Electrometers, bei Annäherung einer durch Reiben electricisch erregten Glas- oder Siegellackstange ab- oder zunimmt. VOLTA a. a. O.

3) Eine ähnliche electricische Erregung tritt überhaupt zwischen zwei festen Leitern ein, wenn sie von verschiedenartiger Qualität sind; und die Spannung ist nach der wechselseitigen Berührung um so grösser, je mehr die Leiter heterogen sind, und je weiter sie in dieser Hinsicht von einander abstehen; so daß die Spannung zweier Körper a und z jedes Abstandes in der Spannungsreihe, gleich ist der Summe aus der einzelnen Spannung von ab, bc, cd, etc. bis und mit yz. Zwischen Zink und Platin ist die Erregung am stärksten, dem Platin folgen Merkur (Quecksilber), Silber, Gold, Kupfer, Nickel, Holzkohle, Reiblei, natürl. Manganoxyd und natürl. Titanoxyd (Oisanit); auf der + E Seite folgen dem Zinke mit abnehmender Erregungsfähigkeit: Blei, Zinn, Eisen, Spießglas, Arsenik, Wismuth (und Messing). Kleine fremdartige Beimischungen ändern indess diese Folge oft sehr bedeutend. — Da man eine solche Erregung der Electricität vorzüglich nur bei festen Leitern bemerkt, und da dieselbe für diese so Gesetz ist, daß jede Wegnahme der Electricität neue Ansammlung derselben zur Folge hat, und mithin die Spannung dieselbe bleibt, so lange die Berührung, unter denselben Umständen unter denen sie anfänglich gegeben war,

Statt findet; so unterscheidet man die festen; trocknen Leiter von den flüssigen, nach VOLTA durch die bereits erwähnte (§. 107. N. 1.) Eintheilung in zwei Klassen, und nennt überhaupt diejenigen Körper, welche durch blosse wechselseitige Berührung Electr. erregen, Erreger (Excitatores). Ein ziemlich vollständiges Verzeichniß derselben, findet sich in RITTERS Beitr. I. Bd. IV. St. Bei Isolatoren reicht blosse Berührung zur Electricitäts-Ansammlung nicht hin, sondern es bedarf stets des Druckes, Stosses etc. und vorzüglich der Reibung; d. i. einer Behandlung, wobei die Berührenden während der Berührung zugleich Wärme erregen.

4) Nach VOLTA (Philos. Transact. for the Year 1800. NICHOLSONS Journal of natural philosophy etc. Lond. 1800. 4.) besteht die unter obigen Umständen eintretende electr. Vertheilung (vergl. §. 108.) in einem eigenthümlichen electrischen Processe, den man wohl am richtigsten durch den Ausdruck magnetischer Electricismus bezeichnet, und dadurch von dem electrischen Magnetismus unterscheidet; vergl. S. 385. 403. 432. 440 etc. d. I. B. dies. Grundr. Bei dieser besondern Art von Störung des electrischen Gleichgewichts, ist nämlich das + E welches das Zink, und — E welches das Silber, durch die Berührung erhält, so in Spannung gehalten, daß sich beide E nicht völlig binden, sondern jedes E noch für sich, von der nicht berührten, abgewendeten Seite des Metalles aus, auf andere Körper zu wirken vermag; vergl. N. 1. dies. §. Eine ähnliche magnetisch-electrische Entgegensetzung, wollen zwar einige Physiker schon bei einem Metalle bemerkt haben, namentlich an einer Eisenstange, die man gegen die Erde stößt, und die nach

dem Stosse an ihren beiden Enden entgegengesetzte E zeigen soll (SCHUSTERS Darst. d. WINTERLSchen Syst. d. Chem. II. 152.); aber es mangelt einer solchen electr. Vertheilung die Permanenz, welche jene der beiden heterogenen Metallplatten characterisirt: nach Wegnahme der Electr. findet keine neue Ansammlung Statt.

5) Es läßt sich auch der Fall denken, daß bei der Berührung zweier Leiter, die electr. Spannung sich gerade nicht als Gegensatz von $+$ und $-E$, sondern nur als Unterschied von $+$ und $+$, oder $-$ und $-E$ darstellt; der Erfolg würde dann aber derselbe seyn, wenn dieser Unterschied nur genau dieselbe Grösse hat. Z. B. $4+$ und $2+E$ geben dieselbe Spannung als $2-$ und $4-E$, und beide, nebst $2+$ und 0 , oder 0 und $2-E$, dieselbe als $1+$ und $1-E$. RITTERS Phys. chem. Abhandl. III. Bd. Leipz. 1806. 8. S. 274 etc.

6) Auch die feuchten Leiter bilden bei der Berührung unter sich, höchst geringe Spannungen; grösser fallen diese aus zwischen sich berührenden festen und flüssigen Leitern, jedoch stets schwächer, als wenn beide Berührende der ersten Klasse von Leitern angehören. So ist z. B. bei dem Contacte zwischen einem festen Leiter und Wasser, die Spannung um so geringer, je näher der feste Leiter dem $-E$ -Ende der bei N. 2. aufgeführten Reihe steht; das Wasser selbst erhält dabei gewöhnlich $+E$, der feste Leiter $-E$. RITTER a. a. O.; jedoch ist zu bemerken, daß glühende Metalle durch die Berührung des Wassers positiv electricisch werden, während das Wasser wahrscheinlich negativ electricisch wird. Vergl. S. 444 dies. Grundr. Nach DAVY's neueren Beob. erhält übrigens RITTERS Spannungsreihe (vergl. §. 443.) eine sehr

bedeutende Berichtigung; während Rs. sämtliche feuchte Leiter nach dem einen negativen Ende stehen, und er alle feste Leiter mit ihnen positiv werden läßt, fallen nach DAVY diese Leiter der ersten Klasse zwischen Säuren und Alkalien, indem die ersten mit den Metallen — E, die Alkalien hingegen + E erhalten sollen, vorausgesetzt wenn beide, Säuren und Alkalien, trocken mit den Metallen in Berührung gesetzt wurden. Vergl. GEHLENS Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. V. I. S. 1 etc. Nach PFAFF zeigten auch flüssige Säuren und Alkalien ein ähnliches Verhalten a. a. O. S. 62. 93 etc. Für die Alkalien macht das Eisen nach P. und für eins derselben auch das Spießglas eine Ausnahme, indem es positiv wird. Das Verhalten der Säuren wird ganz nach dem Grade ihrer Concentration bestimmt. Concentrirte Säuren werden mit allen negativ, verdünnte positiv; nur macht die Salpetersäure und die mittelst derselben gebildeten Neutralsalze, eine merkwürdige Ausnahme, indem sie mit den Metallen nicht + sondern — E erhalten. Concentrirte Salpetersäure wird mit dem Eisen — E, das Eisen möglichst +; sehr verdünnte Salpetersäure hingegen +. Vergl. PFAFF a. a. O.

7) Man vergl. VOLTA's erste Abh. über die galvan. Electricität, aus den Ann. de Chemie übers. in GILBERTS Ann. X. 4. S. 421 und vollständiger in PFAFFS und FRIEDLÄNDERS französ. Annal. etc. Hamburg 1802. S. 1. VOLTA in GRENS n. Journ. d. Phys. IV. 4. S. 474. C. H. PFAFFS Grundzüge d. VOLTA'schen Theorie der Säule, in GILBERTS Annal. X. 2. S. 219. C. C. JÄGER ebendas. XIII. 4. S. 399. ERMANN ebendas. XI. 1. S. 90. 93. etc. RITTERS Electr. System d. Körper. Leipz. 1805. 8.

J. C. L. REINHOLDS Geschichte des Galvanismus, nach SUL d. ä. Leipz. 1803. 8. TROMMDORFS Geschichte des Galvanismus etc. besonders abgedruckt aus dessen Syst. Hb. d. Chemie. Erfurt 1803. 8. v. CRELLS Annal. 1801 etc. VOIGTS Magaz. TROMMDORFS Journ. B. XI u. XII. SIMON in SCHERERS Journ. d. Chemie. VI. S. 3 etc. SUCCOWS neueste Entdeck. in d. Chemie. VI. etc. WEBERS Galvanismus, eine Zeitschrift. III. H. PFAFF, SCHEELE und RUDOLPHI Nordisch. Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft. GEHLENS N. A. Journ. d. Chemie; dessen Journ. f. Phys. u. Chem. und dessen Journ. f. Phys. Chem. u. Mineralogie. RITTEES Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. I. II. B. Jena 1800—1805. 8. Dessen Fragmente aus dem Nachlass eines jungen Physikers. Heidelberg 1810. 8. W. PFAFF: der Voltaismus. Stuttgart 1805. 8. u. dessen: Uebersicht über den Voltaismus. Ebend. 1804. 8. ALDINI: Essai theoretique et expérimentale sur le Galvanisme. Paris An. XII. 1804. 8. DELAMETHERIE: Journal de Physique. VAN MONS: Journ. de Phys. et Chim. IZARN: Manuel du Galvanisme. Paris. An. XII. 1804. 8.

§. 114.

Häuft man mehrere Platten heterogener Metalle auf einander, so wird dadurch ebenfalls nur electriche Spannung hervorgebracht, und jede zwei Endglieder einer auf gleiche Weise entstandenen noch so langen Schichtung von heterogenen Leitern aus derselben Klasse, zeigen den nämlichen Zustand electriche Differenz, zu

welchem diese beiden Glieder durch unmittelbare Berührung gelangt seyn würden. Läßt man nun diese beiden Endglieder sich wechselseitig berühren, ohne sie von den übrigen Zwischengliedern der Reihe zu trennen, so wird die Spannung, weder die der Endglieder noch überhaupt der ganzen Schichtung, keinesweges dadurch geändert; und kann es auch dem Vorhergehenden zufolge nicht, da jene Berührung der Endglieder, nicht mehr zu wirken vermogte, als was je zwei Glieder zuvor schon unter sich gewirkt haben, nämlich das Eintreten electricischer Spannung von einer bestimmten Grösse; die, indem sie rücksichtlich dieser Grösse oder Energie für jede zwei in Contact gerathende Leiter derselben Klasse Gesetz ist, durch die Berührung der Endglieder weder vermehrt noch vermindert werden konnte, und da vor der letztgedachten Berührung schon geschehen war, was durch dieselbe geschehen sollte, so blieb der magnetisch-electrische Proceß des Ganzen nothwendig in jeder Hinsicht derselbe der er war.

§. 115.

Soll aber die Thätigkeit der berührenden Glieder nicht bloß auf eine solche electricische Spannung hinausgehen, sondern vielmehr als galvanischer Proceß (§. 111.) erscheinen, so müs-

sen Verhältnisse eingeleitet werden, die in dem magnetischen Electricismus durch chemische Erregung eine Umänderung hervorrufen, welche die Action der Reihe von Erregern und Leitern d. i. der Kette darstellt, als eine beständig sich bildende electricische Vertheilung, die indem sie sich ausgleicht wiederum von neuem hervorgeht; und die dadurch das Schema einer Thätigkeitsweise representirt, welche in den Organismen zur vollendeten Ausbildung gelangend, das Leben derselben in seinen Grundzügen entfaltet. Die Bedingungen zur Realisirung jenes Verhältnisses bestehen der Erfahrung gemäß darin: die beiden durch Berührung zur electricischen Spannung gekommenen Glieder der werdenden Kette (welche als Aequivalente des positiven und negativen Conductors der Electrisirmaschine betrachtet werden können), mit dem Wasser oder feuchten Leiter überhaupt in Contact zu bringen, d. i. mit dem Vermittler einer steten Entladung der Conductoren, welche immerwährende Wiederladung derselben zur Folge hat, in leitende Verbindung zu setzen. Das Product einer solchen dreifachen Verbindung, nennt man eine einfache galvanische Kette; die auch bei noch so verschiedenem Werthe ihrer Glieder, und bei noch so veränderter Construction, sich doch immer dadurch cha-

racterisirt, daß bei ihrer Schliessung (d. i. bei der leitenden Verbindung ihrer Endglieder) in irgend einem homogenen Körper (Wasser) eine electriche Vertheilung oder Verschiedenheit von electricchem Werthe entsteht, den dieser homogene Körper nicht zu unterhalten vermag.

1) VOLTA fand zuerst die Nothwendigkeit des Vorhandenseyn dreier heterogenen Glieder der beiden Klassen von Leitern, zur Darstellung eines galvanischen Wirkungskreises oder einer galvanisch thätigen sogenannten Kette; von denen entweder zwei der ersten und eines der zweiten Klasse angehört, z. B. Zink, Silber und Wasser, oder zwei aus der zweiten und eines der ersten Klasse sind, z. B. concentrirte Salpetersäure, Wasserschicht und Metall. — Da die Erreger beider Klassen, unter gewissen Umständen bloß zu leiten scheinen, ohne zu erregen, und umgekehrt, so setzte VOLTA den Unterschied von Excitatoren der ersten Klasse und von Excitatoren der zweiten Klasse fest; und v. HUMBOLDT nennt die Leiter unter jenen Umständen verbindende Glieder der ersten und zweiten Klasse. Uebrigens ist sehr wahrscheinlich die electriche Action in jedem Gliede der Kette nicht bloß gleich stark, sondern auch ihrem Wesen nach dieselbe, nämlich überall in der Kette, als dauernde Aufhebung und Wiedereinsetzung des electricchen Gleichgewichts sich bezeichnend.

2) Total geschlossen nennt man die Kette, wenn der homogene Körper (§. 115 unten) eben so gut oder besser leitet, als das Körperpaar, welches die aufzuhebende electriche Differenz liefert; par-

tiell geschlossen hingegen, wenn er schlechter leitet. Nur im letzten Falle kann die aufzuhebende Differenz bemerkbar werden, und zwar in dem Maasse, wie jener homogene Körper schlechter leitet, als das heterogene Körperpaar. Die Action einer Kette ist um so grösser, je mehr sich die Schliessung der totalen nähert, und verhält sich wie die absolute Menge der in einer gegebenen Zeit vertheilt und ausgeglichen werdenden Electricitäten. RITTER a. a. O. S. 279.

3) Das Vermögen zu leiten besitzen die Körper der ersten Klasse in weit höherem Grade, als die der zweiten (§. 107.), und im Allgemeinen kann man sagen (unter sich verglichen) um so besser, je verbrennlicher sie sind (S. 441—442). Nach CAVENDISH leitet das Merkur (Quecksilber) mit einer 40,000000 mal grössern Geschwindigkeit als das reine Wasser. Die Leiter der zweiten Klasse leiten, unter sich verglichen, in noch weit mehr von einander verschiedenen Graden, als die der ersten; und nach RITTER und einigen andern Beobachtern gilt hier folgendes:

- a) Alle wässerige Lösungen solcher verbrennlichen Körper (die für sich mehr oder minder isoliren), leiten im Allgemeinen schlechter; z. B. die Lösungen des Zuckers, Gummi's, der Naphthen, des Weingeists, der Schwefelalkalien etc.
- b) Alle wässrige Lösungen mehr oder minder verbrannter Körper, leiten im Allg. besser, und zwar um so vorzüglicher, je mehr sie vor der Lösung verbrannt waren; z. B. die Lösungen der Alkalien, und einiger

Metalloxyde, und vermuthlich auch ausserordentlich gut die der Erden, wenn es möglich wäre sie für sich in Wasser zu lösen; ferner diejenigen der Salze und Säuren, vorzüglich der oxygenirten Salzsäure, und zwar um so besser, je concentrirter dieselben sind.

c) Feuchte oder flüssige thierische Theile leiten besser als vegetabilische, und jede von beiden um so mehr, je höher die Rolle war, die der Theil im Ganzen spielte, und je höher dieses Ganze selbst in der Reihe der Organisationen stand. So gehören z. B. die Nerven des Menschen zu den vorzüglichsten Leitern. Ausserdem verdient noch bemerkt zu werden, daß das Leitungsvermögen und die Action der Leiter in der Kette überhaupt wächst, bei übrigens gleichen Umständen, in dem Maasse wie die Berührungsflächen zu- und die Höhen der Wasserschichten abnehmen, und in dem Verhältniß, wie die Spannung zunimmt, die in dem Leiter zur Ausgleichung kommen soll.

4) Aus ERMANN'S scharfsinnigen Versuchen über das Leitungsvermögen der Körper (GILBERTS Annal. XII. 1. S. 14 etc.) scheint sich in dieser Rücksicht eine fünffache Verschiedenheit der Körper zu ergeben, die wir indess hier nur historisch berühren können, da neuerlich BRUGNATELLI, CONFIGLIACHI und RITTER, (GEHLENS Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. IV. 3. S. 454) Einwürfe dagegen gemacht haben, und zur Zeit die Sache noch nicht entschieden ist. Nach E. werden die Körper rücksichtlich des Vermögens den Galvanismus zu leiten, unterschieden in

- 1) Nichtleiter. Die entgegengesetzten Electricitäten der ungeschlossenen Kette (oder wie wir in der Folge sehen werden: die Pole der galvanischen Säule) lassen ihren electricischen Gegensatz und die daraus resultirende Spannung auch dann bemerken, wenn gleich ein Nichtleiter beide verbindet. Glas, Harz, Oele und die Flamme des brennenden Schwefels gehören hieher.
- 2) Leiter. Bringt man den Leiter zwischen die Endglieder der Kette, oder mit beiden Polen der Säulen in Contact, so kann er sich zeigen als
 - A) Vollkommener Leiter. Die electricische Differenz schwindet ganz, indem sie vollkommen ausgeglichen wird, wenn ein solcher Leiter die Kette schließt. Metalle. Kohle.
 - B) Unvollkommener Leiter. Die specifischen Wirkungen der Endglieder oder Pole, sind während der Anlegung noch bemerkbar, wiewohl schwächer.
 - a) Bipolar. Die specif. Wirkungen beider Endglieder oder Pole, sind am Leiter selbst zugleich wahrnehmbar. Er theilt sich in zwei Zonen, deren eine die $+E$ -, der andere die $-E$ -Wirkung zeigt; und die Kette ist durch ihn unvollkommen geschlossen. Wasser und im Wasser gelöste Neutralsalze.
 - b) Unipolar. Nur die specif. Wirkungen des einen der Endglieder oder Pole sind am zwischen gebrachten Leiter beobachtungsfähig; er leitet nur die Wirkung dieses Pols, während er die des entgegengesetzten isolirt.
 - c) $+$ Unipolar. Weingeistflamme, und jede Flamme von Kohlenstoff und Was-

serstoff haltigen Körpern, wie auch von Schwefelfaden.

β) — Unipolar. Phosphorflamme. Trocknes Eiweiß. Trockne Seife. Vergl. S. 422. 423 etc. dies. Grundr.

5) Wirksame galvanische Ketten werden unter folgenden Berührungsverhältnissen gebildet.

A) Zwei Körper der ersten Klasse mit einem der zweiten.

a) Wo der Körper zweiter Kl. mit jedem der ersten + wird. Z. B. Zink, Silber und Wasser; entweder in der Weise, daß beide heterogene Metalle einander, und eines derselben den feuchten Leiter berührt, oder daß jedes der sich berührenden Metalle auf seiner abgewendeten Seite, einen feuchten Leiter hat.

b) Wo der Körper zweiter Kl. mit jedem der ersten — wird. Z. B. Zink, Silber und (concentrirte) Säuren, z. B. Salzsäure, die verschiedene Lagerung wie oben.

c) Wo der der zweiten Kl. nur mit einem der ersten +, mit dem andern — wird. Z. B. Zink, Eisen und Alkalilösung, welche nach PFAFF (vergl. §. 113. N. 6.) mit Eisen —, mit Zink hingegen wie mit den meisten übrigen Metallen +, wird.

B) Ein Körper der ersten Kl. mit zweien der zweiten Kl.

a) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten + wird. Z. B. Zink, Alkaliauflösung und Wasser; entweder in der Weise, daß beide feuchte Leiter einander, und einer derselben

den trocknen Leiter berührt, oder das jeder der sich berührenden feuchten Leiter, dasselbe Metall auf seiner abgewendeten Seite hat.

- b) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten — wird. Z. B. Zink, verdünnte Salpetersäure, und in Wasser gelöste salpetersaure Alkalien.
- c) Wo nur einer der zweiten Kl. mit dem der ersten +, der andere aber —, wird. Z. B. Zinn, Wasser und Salzsäure. Vergl. RITTER a. a. O. — Bei allen diesen und ähnlichen Fällen bleibt stets in den Endgliedern der Kette, nach vorangegangener Vertheilung, Ausgleichung und erneuter Vertheilung der E. der einzelnen sich berührenden Glieder der Kette, eine gewisse (durch Schliessung vollendet hervortretende und zugleich zur Ausgleichung gelangende) aufzuhebende electriche Differenz, deren Grösse sich nach den Spannungsverhältnissen der Glieder der Kette richtet, und nur in sofern diese noch aufzuhebende Differenz in der stetigen Kette übrig bleibt, zeigt sich die Kette bei der Schliessung als galvanisch thätiger Wirkungskreis.
- 6) Ist die Zahl der wirkenden Glieder der Kette grösser als drei, so wird jene Möglichkeit der übrigbleibenden aufzuhebenden Differenz schon wieder mehr bedingt. Eine Kette aus Wasser, Säure und Alkali, mit Zinn zwischen Wasser und Alkali, würde (nach RITTER, vergl. S. 283 a. a. O.) wie dieselbe Kette ohne Säure, und mit Zinn zwischen Wasser und Säure, wie ohne Alkali wirken; und überhaupt scheinen für alle ähnliche Fälle, folgende

Gesetze zu gelten: „Zwei heterogene Körper durch einen oder viele derselben Klasse unterbrochen, wirken wie dasselbe Paar ohne Unterbrechung; und zwei homogene Körper derselben Klasse, durch einen der anderen Kl. unterbrochen, gleichen den ersten beiden ohne Unterbrechung, und diese beiden haben wiederum nur die Wirkung von einem. Eine Kette aus Zink, Silber, Wasser, Eisen, Wasser, Alkali, Säure, Wasser, Silber, Kupfer, Blei und Zink, giebt bei der Schliessung eben so wenig galvanische Action, als eine Kette aus letzteren allein, oder als ein Stück Zink für sich, wohl aber so bald man irgendwo, das Wasser, das Eisen oder Silber weg läßt. Bei mehr als dreigliedrigen Ketten, wo keiner der erwähnten Fälle vorkommt, fehlt nur dann die Action, wenn zufällig die Spannungen, welche die Leiter der ersten Klasse unter sich hervorbringen, durch die Unterschiede, die damit die Endglieder erlangen, den durch die Spannungen der Leiter der anderen Klasse unter sich bewirkten Unterschieden der Endglieder ihrer Reihe so entsprechen, daß die Unterschiede beider vorigen (Unterschiede) unter einander wieder, genau die Spannungen ausdrücken, welche sich beim Conflict der Reihe einer Klasse mit der anderen Kl. erst bilden, und damit Action veranlassen sollten. RITTER a. a. O. S. 283 etc.

B) *Von den Wirkungen der einfachen galvan. Kette,*

§. 116.

XXXII. Vers. Vier kleine weisse Conservgläser, von denen jedes mit verdünnter reiner

(31²)

Salzsäure zur Hälfte gefüllt ist, stelle man so in eine Reihe, daß sie gehörig beleuchtet werden können, und bringe dann in das erste eine Gold-, in das zweite eine Silber-, in das dritte eine Kupferplatte, und in das vierte giesse man soviel Quecksilber, daß der Boden des Glases vollkommen bedeckt wird. Ist diese Vorrichtung getroffen, so tauche man in die Säure des ersten Glases ein polirtes Zinkstäbchen, jedoch ohne die Goldplatte zu berühren: die Säure wird das Zink angreifen, und indem sich ein Theil davon auflöst, werden von seiner Oberfläche aus kleine Gasbläschen aufsteigen, während die Goldoberfläche unverändert bleibt. Sobald als die ersten 6—8 Bläschen am Zinke entwickelt sind, bringe man beide Metalle dadurch in Berührung, daß man das Zinkstäbchen tiefer eintaucht: augenblicklich wird sich die ganze Goldoberfläche, so wie die des umflossenen Zinks, mit Gasbläschen bedecken, die schnell in Gestalt kleiner Ströme aufwärts steigen, und hier entweder in einer mit Wasser gefüllten Vorrichtung, die der von Fig. 14. d. I. B. ähnelt, aufgefangen werden können, oder sich mit der atmosphärischen Luft vermischen. Denselben Versuch wiederhole man mit anderen Zinkblättchen bei den übrigen Metallen: beim Quecksilber wird die Gasentbindung mit

(110)

gleicher Lebhaftigkeit wie beim Golde von stat-
ten gehen, beim Silber minder lebhaft, beim
Kupfer am schwächsten.

1) Die Zinkstäbchen zu diesen Vers. läßt man sich
am besten in Apotheken mittelst der Höllensteinform
giessen. Wählt man gemünztes Gold oder Silber,
so verliert man etwas am Gewichte; ein Louisd'or
verliert bei zu langem Experimentiren öfters mehrere
As, wiewohl er dadurch verhältnißmässig reicher an
Gold wird. Reines Gold erleidet keinen Gewichts-
verlust. Wendet man statt der Salzsäure reine Sal-
petersäure an, so kann man nur mit reinem Gol-
de oder mit Platin und Zink operiren, weil Kupfer,
Quecksiber und Silber in Salpetersäure sehr leicht
auflöslich sind, dabei andere Gase entwickeln, und
dadurch die reine Beobachtung obiges Phänomens
verhindern; ohnerachtet eben wegen der Auflöslich-
keit jener Metalle in Salpetersäure die Wirkung der
mittelst dieser Säuren construirten Kette weit energi-
scher ist.

2) Der Versuch selbst wurde von WALLOSTON zu-
erst angestellt; wendet man Gold an, so ist die Gas-
entbindung so heftig, wie man sie kaum bei einer
(späterhin zu erwähnenden, mit Kochsalzlösung ge-
bauten) galvan. Säule, von 2000 Plattenpaaren sieht,
und nach RITZEN wird sie nur von der anfänglichen
Wirkung einer gleichgrossen Säule übertroffen die
mit Salmiaklösung gebaut ist. Die Bläschen welche
das Gold bedecken sind Wasserstoffgas (Hydrogène)
oder brennbare Luft, denen ähnlich welche zuerst in
geringer Zahl am Zinke entbunden wurden. In dem
Maase wie sich auf dem Golde das Hydrogengas ent-

bindet, wird der Zink oxydirt, d. h. mit Sauerstoff (Oxigène) oder Lebensluft vereinigt; beide der Wasserstoff am Golde und die Sauerstoffbasis am Zinke sind durch die Wirkung der Kette aus dem Wasser hervorgegangen, und können wie die Folgelehren wird wiederum zu Wasser vereint werden. — Die Ordnung der Metalle rücksichtlich jener Wirkung in der Kette, ist Platin, Gold, Quecksilber, Silber, Kupfer, Zinn. Verbindet man zwei auf diese Weise vorgerichtete Gläser, so ist Lage und Wirkung verdoppelt.

3) Nimmt man drei, vier u. s. w. Zinkstäbchen zu jedem einzelnen heterogenen Metalle, des obigen Vers., so wird die eigenthümliche Wirkung der Kette nicht vermehrt, sondern eher vermindert; bringt man hingegen noch ein zweites Goldstück mit dem ersten in Contact, während man eins derselben mit einem dünnen Zinkblättchen berührt, so wächst die Gasentbindung bedeutend, indem sie nun an beiden Goldstücken so stark ist, wie sie zuvor bei dem einen war. Bindet man, nach RITTER, das eine Ende eines langen Zinkdrathes, so um das Ende eines gleichlangen Platindrathes, das er mit demselben einen Winkel macht, dessen Schenkel unten $\frac{3}{4}$ Zoll von einander abstehen, und taucht beide Schenkelenden in zuvor ausgekochtes destillirtes Wasser; so zeigt sich nach langer Zeit am Platindrath auch nicht ein Glasbläschen. Taucht man dagegen jene Schenkelenden in Kochsalzlösung, so bemerkt man einige Bläschen; wählt man dagegen statt der Kochsalzlösung die concentrirte des Salmiaks, so überzieht sich der Platindrath viel schneller mit Bläschen und einige davon steigen in die Höhe, einen annoch un-

unterbrochenen Gasstrom bildend. Bringt man endlich die heterogenen Metallbogen-Enden in verdünnte Schwefel-, Salz-, oder Salpetersäure, so zeigt sich jene starke Gasentbindung, welche die Bläschen in ununterbrochenen Strömen entweichen läßt. (RITTER in GEHLENS Journ für Chem. Phys. u. Miner. IV. 4. S. 624) Als R. bei einem ähnlichen Versuch (GEHLEN Journ. f. Phys. I. Bd. S. 418) die Enden der Schenkel eines Zinkplatinwinkels in ein Glas mit verdünnter Salzsäure brachte, und am Platindrath die Gasentbindung mit einer bestimmten Energie eintrat, vermehrte er die mit der Säure in Conflict stehende Zinkoberfläche, um das 3—4 fache etc. dadurch, daß er mit dem Platindrath noch einen zweiten, dritten, vierten Zinkdrath in die gleiche Verbindung setzte; aber die Gasentbindung am Platindrath wuchs kaum merklich. Verfuhr er hingegen umgekehrt: den einen Zinkdrath mit dem 2t. 3t. 4ten etc. Platindrath in dasselbe Verhältniß bringend, so gab jeder neue Platindrath fast soviel Gas, als vorher der eine. R. folgert hieraus, daß, in der Sphäre eines gegebenen galv. Processes, das Zinkendglied (Oxygenpol) ein ihm an Fläche weit überlegenes Silberendglied (Hydrogenpol) mit Hydrogen in solchem Maase versehen kann, daß dessen Menge fast wie die Flächenzunahme des letzteren wächst; oder daß alle galv. Prozesse mit der Vergrößerung ihres Hydrogenpols selbst grösser oder stärker werden, wobei es sich von selbst versteht, daß die Activität das seine vorige Fläche unvermehrt behaltenden Oxygenpols verhältnißmässig erhöht wird. R. a. a. O. S. 420.

4) Die sogenannte Wasserersetzung in der galvan. Kette, wurde bereits 1796 von ASCH beobachtet, und späterhin vorzüglich durch RITTER bestätigt. Er bemerkte dabei, daß die Befeuchtung des Zinksilberpaars mit Wasser nicht an dem gemeinschaftlichen Berührungspuncte der Metalle zu geschehen brauche, sondern, daß man nur nöthig habe, sie an einem davon entfernten Orte zu verbinden: um eine so starke Oxydation des Zinks zu bewirken, daß das Wasser von dem erzeugten (weissen) Zinkoxyde milchig werde. (Wärme begünstigte die Oxydation, und diese dauerte solange fort, als die Kette verschlossen war. Auch verdampfte das Wasser bei geschlossenen Ketten weit stärker, als bei geöffneten. Berührten sich Zink und Silber bei zwischen liegender Wasserschicht nicht unmittelbar, sondern waren sie durch zwischen liegende Papierstreifen getrennt, so war die Oxydation des Zinks kaum merklich, selbst in weit längerer Zeit.

5) Alle galv. Ketten lassen sich, ausser den bereits bemerkten Verschiedenheiten, in Ketten mit und in Ketten ohne Zwischenraum unterscheiden. Die letzteren sind bei übrigen gleichen Umständen, die wirksameren; und zu ihnen gehört die obige des Versuchs. Aber auch diese Art von Ketten zeigt wenig oder gar keine Wirksamkeit, wenn der flüssige Leiter mit einem der festen keinen chemischen Proceß, namentlich keine oder nur höchst geringe Oxydation einzuleiten vermag. So ist z. B. eine Kette aus Gold, Silber und Salzsäure unwirksam, eben so eine aus Platin, Gold und Salpetersäure; die erstere wird hingegen sogleich thätig, wenn man statt der Salzsäure: Salpetersäure (als ein das Silber auflösendes Flui-

dum) wählt, und die letztere wenn man der Salpetersäure: Salzsäure zumischt, indem die Salpetersalzsäure (sogen. Königswasser) sowohl das Platin als das Gold leicht auflöst. Diese und ähnliche Erscheinungen zeigen wenigstens die Nothwendigkeit der Gegenwart des chemischen Processes in der galv. Kette, wenn sie mit ihren Electricitäten chemische Wirkungen hervorbringen soll, und diese erstrecken sich zunächst auf die Zersetzung (Zerlegung) des Wassers.

6) R. (N. A. d. Chem. VI. Bd. S. 144) hält die Leiter zweiter Kl. ursprünglich für Leiter, die mit dem Werthe derjenigen der ersten Kl. auftreten, und erst durch die Möglichkeit einer chemischen Action zwischen ihnen und den Leitern der ersten Kl., sofern diese realisirt wird, zu eigentlichen Leitern der zweiten Kl. werden. Mit jenem Werthe der ersten Kl. erschien daher die Salzsäure in der Kette von Gold, Silber und dieser Säure; die electr. Spannungen der Glieder halten sich das Gleichgewicht, und die Kette ist unwirksam. Aber auch selbst bei Leitern die ausser der Kette Metalle angreifen, soll es möglich seyn, sie auf jenem Werthe zurückzubringen (oder vielmehr zu lassen), wenn man die Berührung zwischen Metall und Feuchtigkeit so vorübergehend einrichtet, als möglich, oder wenn man die Feuchtigkeit in so grosser Verbreitung, oder von dem Körper der mit ihr getränkt ist, so fest angezogen, mit dem Metalle zusammenbringt, dafs es aus Zeitmangel nicht zur Oxydation kommen kann. Indeß leidet dieses noch manche Berichtigung; vergl. PFAFF a. a. O.

7) Ueberhaupt würden sich alle Körper wie zu einer Klasse gehörig verhalten, wenn nicht von den zur vollständigen Kette nöthigen drei Leitern, zwei zum Oxydationsprocesse zusammentreten, und ohne Oxydation würde wohl eine bloß electriche Spannung (gleich den Electricitätsentwickelungen zweier Metallplatten), aber keine electriche-chemisch wirksame Kette entstehen; und diese durch den Oxydationsproceß potenzierte Wirksamkeit der Kette, ist nach R. nur dadurch möglich, daß mit dem Oxydationsprocesse umgekehrte Electricitäten entstehen, welche diejenigen, die zu Folge der ersten Kl. bereits da waren, schwächen, aufheben, und endlich über sie prädominiren. Die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der ersten Klasse gemäß erhalten, sind daher stets die umgekehrten von denen, welche sie dem Gesetze der zweiten Kl. gemäß (d. i. nach eingetretenem, oder vielmehr bei eintretendem Oxydationsprocesse) erhalten; und die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der zweiten Kl. gemäß erhalten, sind die umgekehrten von denen, die sich nach der ersten Kl. erhalten würden. — Man vergl. damit im vorigen §. DAVY's und PFAFF's Bemerk.

8) VOLTA nennt das Leiter zweiter Kl., was mit dem Metalle vom Gesetz der ersten Kl. abweicht. RITTER hingegen behauptet, daß jede Abweichung des feuchten Leiters von jenem Gesetze, im Conflict mit dem Leiter erster Kl., diesen letzteren auch zu einer ähnlichen Abweichung bestimme, und daß sich beide nach dem Gesetze zweiter Kl. verhalten; daß somit ohne chemischen Proceß alles nach dem Gesetze erster Kl., mit diesem Processe

hingegen nach dem Gesetze zweiter Kl. wirke, und daher sowohl in feuchten als festen Leitern die Möglichkeit liege, bei zweckmässiger Aufforderung, die respectiven Electricitätswerthe in die entgegengesetzten umzuändern. Vergl. ob u. S. 446 N. 6. dies. Grundr. Jedoch ist dabei zu bemerken, dafs, wenn auch die Wirkung nach dem Gesetze der ersten Kl., bereits in die der zweiten übergegangen ist, das Gesetz der ersten Kl. dennoch nicht allen Einflufs verloren hat; sondern es ist vielmehr auch bei der stärksten Erregung nach der zweiten Kl., zugleich die nach der ersten Kl. mit in ihr enthalten. Der Unterschied besteht nur darin; dafs die Erregungsfähigkeit nach der zweiten Kl., in je zwei Körpern, stets grösser ist, als nach der ersten Kl., und mithin auch später Grenzen findet, als die nach der ersten Kl. — Ueberhaupt scheint die Reihe der Spannungen nach der ersten Kl., nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen erster Klasse, durch die Electricitäten nach der zweiten Klasse, und umgekehrt: die Reihe der Spannungen nach der zweiten Klasse, nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen zweiter Klasse, durch die Electricitäten nach der ersten Klasse zu seyn. Merkwürdig ist es übrigens (zugegeben dafs jeder Körper eine doppelte Erregbarkeit in Beziehung auf seine Electricisirbarkeit habe), dafs allemal die Körper zuerst nach dem Gesetze der ersten Klasse erregt werden, bevor Erregung nach dem Gesetze der zweiten Klasse hinzu kömmt, oder das Uebergewicht erhält. RITTER a. a. O. S. 151 u. s. f. — Die

Realisirung des Ueberganges von je zwei Körpern, zu der ihnen nach dem Gesetze zweiter Kl. möglichen Spannung, findet indefs oftmals viele Hindernisse; und häufig sind es nur Annäherungen zu ihr, oder auch sehr geringe Grade dieser Spannung. Im Allgemeinen kann man sagen, daß dieser Uebergang erleichtert werde, in dem Maasse wie a) die ursprüngliche Oxydationsfähigkeit des Metalls, b) die Fähigkeit zu oxydiren von Seiten des feuchten Leiters und c) die Wärme des letzteren oder beider groß ist. Nur dann erst, wenn zwei feuchte Leiter in Berührung sind, ist die Spannung augenblicklich so groß, als sie dem Gesetze der zweiten Kl. gemäß eintreten kann. Daher ist es auch unmöglich eine galvanisch wirksame Kette aus drei flüssigen Leitern zusammen zu setzen, selbst wenn auch der stärkste Oxydationsproceß zwischen zweien derselben zu Stande käme. Ein Beispiel einer solchen galvanisch unwirksamen Kette gewährt die Schichtung von wässriger Schwefelkalilösung und Salpetersäure.

g) Alle Leiter der zweiten Klasse sind wasserhaltig (vergl. oben); dieses Wasser wird im Kreise der Kette zur Polarisirung aufgefordert, und so erscheint es entweder entgegengesetzte electriche Zonen darbietend, oder bereits wirklich zu vollkommen entgegengesetzten Werthen oder Qualitäten erhoben; als Sauerstoff und Wasserstoff erscheint es dort, wo die electriche Indifferenz (welche sich zwischen dem Körper erster und zweiter Klasse zu behaupten hat) durch $+E$ aus dem Körper erster Kl., und durch $-E$ aus dem Körper zweiter Kl. gebildet wird; als Wasserstoff dort, wo jene Indifferenz

— E aus dem Leiter erster Kl., und durch + E aus dem Leiter zweiter Kl. erzeugt und erhalten wird. — Der Erfahrung gemäß zeigt das Wasser bei allen Temperaturen eine (mit hoher Temperatur zunehmende) Fähigkeit zu einer solchen Polarisirung oder Zerlegung in Sauer- und Wasserstoff, die durch jede Art dynamischer Erregung begünstigt werden kann, und sich realisirend stets von electricischer Vertheilung und Indifferenzirung begleitet ist. Es fragt sich aber, ob diese Electricitätserregungen dem Gegensatze von Sauer- und Wasserstoff, und somit überhaupt dem chemischen Gegensatz und der chemischen Anziehung zum Grunde liegen; oder ob umgekehrt der electriche Proceß durch den chemischen begründet werde? Der Umstand, daß die electricischen Erregungen chemischen Werth erhalten, wenn sie mit Wasser in Conflict gerathen, scheint wenigstens darauf hinzuweisen, daß der (chemische) Gegensatz von Sauer- und Wasserstoff, als Folge der electr. Erregung hervorging; aber es fragt sich, ob überhaupt der Unterschied von + E und Sauerstoff, und von — E und Wasserstoff nicht ein bloß gradueller ist? Einstweilen vergl. man S. 423. 426 — 427 dies. Grundr.

10) Der Sauerstoff geht mit den Körpern an denen er in der Kette erscheint, gewöhnlich Verbindungen ein, und bildet mit ihnen Oxyde, die sich häufig ablösen und entweder zu Boden fallen, oder sich in den Säuren der Flüssigkeit auflösen; wie dieses letztere im obigen Vers. der Fall war, wo das entstandene Zinkoxyd sich sogleich in der Salzsäure auflöste. Der Wasserstoff geht mit den metallischen Leitern, an denen er erscheint, gemeinhin keine Verbindung ein, nur wenige Körper, z. B. Kohle,

Reisblei, Manganoxyd, Tellur, absorbiren ihn. Geschieht dieses nicht, so tritt er entweder als Gas aus der Kette, oder er verbindet sich mit anderen im Wasser (im Leiter der zweiten Klasse) gelösten Stoffen; oder reducirt aufgelöste Metalloxyde, leicht desoxydirbare Säuren etc., indem er dem Oxyde oder der Säure, Sauerstoff entzieht und Wasser damit bildet. Wird auf letztere Weise der oxydirte Körper vollkommen reducirt (seines Sauerstoffs beraubt) so tritt das Reduct ebenfalls sich absondernd, aus dem Kreise der Kette.

11) Offenbar wurde in dem obigen Vers. die chemische Verbindung des Zinks mit der Salzsäure, durch die häufige Sauerstoff- und somit Oxydbildung befördert; öfters wird in solchen Fällen, wo zugleich die Anziehung zwischen Metall und Sauerstoff erhöht ist, auch fremdartiger, nicht aus dem Wasser der Kette gebildeter Sauerstoff, aus der Atmosphäre angezogen, und da diese wie jede Verbindung mit Sauerstoff — wie die Folge zeigen wird auch zugleich die Kettenaction erhöht, so erklärt sich daraus die Beobachtung: dafs galv. Ketten in reinem Sauerstoffgase wirksamer wie gewöhnlich sind, und dafs ein mit Sauerstoffgas (Lebensluft) geschwängertes Wasser, ausgezeichnet thätige Ketten liefert. Zu bemerken ist, dafs alle bis jetzt bekannte (in der Folge darzustellende) hydrogenirte Metalle Leiter der Electricität sind, alle gewöhnlichen, im Kreise der Kette entstandenen Metalloxyde hingegen ausgenommen die sogen. Suroxyde) mehr oder minder isoliren, und zum Theil schon deshalb aus dem Kreise der Kette treten. RITTER im Journ. für Phys. u. Chem. S. 357. Bei beginnenden Oxydationen werden die

Metalle anfänglich mehr positiv, und erst später bei Zunahme der Oxydation negativer als das Metall zuvor selbst war; während sie bei Hydrogenationen von Anfang bis zum Maximum derselben immer mehr positiver werden.

12) Eine sehr merkwürdige Veränderung erleiden endlich noch die Metalle im Kreise der Kette, dort wo sie von der schliessenden Flüssigkeit begrenzt werden. Legt man z. B. auf Silber unter Wasser eine Zinkplatte, oder bringt man Zink und Kupfer, Quecksilber und Eisen unter Wasser, so werden die äussersten Oberflächen des Kupfers, Silbers oder Eisens mit einer höchst dünnen Schicht von hydrogenirtem Metalle überzogen; während das Zink eine nicht bedeutendere Oxydation erleidet. RITTER und BRUGNATELLI nennen diese Modificationen Ladungen der Metalle im Kreise der Kette R. a. a. O. 371; und ändert man obige Versuche dahin ab, daß man z. B. ein Zinksilberpaar an den abgewendeten Seiten mit Salzlösung befeuchtet, und die Kette durch einen gebogenen Platindrath schließt, der mit seinen Enden die beiden Flüssigkeitsschichten, aber nicht das Silber und Zink selbst berührt, so zeigt der Platindrath nach dem er einige Zeit in dieser Verbindung gewesen und dann herausgenommen worden, electricischen Gegensatz (der jedoch nur gegen ein sehr empfindliches Froschpräparat als wirksam gezeigt werden kann) und wie es scheint an seinem einen Ende höchst geringe Hydrogenation. Einen ähnlichen Gegensatz zeigt aber auch die Wasserschicht zwischen Drath und Platte. Bald werden wir, mit Hülfe der Säule, stärkere La-

dungen der Art zu Stande zu bringen Gelegenheit haben.

§. 117.

XXXIII. Vers. Ein kleines weisses Glas fülle man mit verdünnter Silberauflösung (in Salpetersäure), ein zweites daneben stehendes mit verdünnter Salzsäure, und setze beide Flüssigkeiten dadurch in feuchte leitende Verbindung, dafs man einen mit destillirtem Wasser angefeuchteten Papierstreifen, mit seinem einen Ende in die Salzsäure, mit dem anderen in die Silberauflösung tauchen läfst. Jetzt tauche man einen Gold- oder Platindrath in die Silberauflösung und einen Zinkdrath in die Salzsäure; in dem Augenblicke da man beide Dräthe, ausserhalb der Gläser unter sich in Berührung setzt, und somit eine vollständige galvanische Kette darstellt: zeigt sich das äusserste Ende des Platindrathes glänzender wie zuvor, und nach und nach bildet sich von der Spitze dieses Drathes aus, ein schöner sogenannter Silberbaum. Wählt man anstatt der Silberauflösung eine ähnliche Bleiauflösung, so erhält man am Platinende einen Bleibaum, und ähnliche Reductionen erleiden unter gleichen Umständen, die meisten aufgelösten Metalloxyde; und bei allen ist das am negativen (Platin-) Drathe frei werdende und wirkende Hydrogen,

der reducirende Stoff. Vergl. SYLVESTER über die Niederschlagung der Metalle durch einander. GEHLENS Journ. für Chem. u. Phys. I. S. 540 etc.

1) Metallreductionen zeigen, vorzüglich wenn sie mittelst galvanischen Ketten in Form krystallinischer Niederschläge bewirkt werden, sehr häufig in ihrer Gestaltung einige Aehnlichkeit mit Moos, oder baumartigen Gebilden, und werden daher Metallvegetationen oder Metallbäume (*Arbores s. Vegetationes metallicae*) genannt; und können rücksichtlich dieser Bildung als Erfolge mehrerer in Conflict gerathener Kräfte angesehen werden, wohin vorzüglich die ursprüngliche Krystallisationskraft jedes Metalls, und die besondere Richtung der bei der Bildung entladnen Electricität gehören.

2) Gießt man eine verdünnte Silberauflösung auf reines Quecksilber, oder steckt man in eine verdünnte Kupferauflösung blankes Stabeisen, oder in eine alkalische Zinnauflösung Kupferstäbe, oder in eine Bleiauflösung einen Zinknagel, so erhält man in allen diesen und ähnlichen Fällen, metallische Niederschläge der obigen Art, die nach ähnlichen Gesetzen gebildet werden. Wählen wir zur besseren Verdeutlichung dieser schon längst bekannten, aber erst neuerlichst als galvanische Ketten anerkannten Prozesse, die Niederschlagung des Bleies durch Zink als leicht zu wiederholendes Beispiel aus, um die Art zu erläutern, wie hier und in ähnlichen Fällen eine galvanisch wirksame Kette zu Stande kommt.

§. 118.

XXIV. Versuch. Ein Loth essigsäures Blei (Bleizucker) werde in neun Loth kochendem Wasser gelöst, und nachdem die Lösung filtrirt worden, in ein weites Glas gegossen, das davon ganz erfüllt wird. Dieses verstopft man mit einem Korke, in welchem ein Zinknagel mit der Spitze so eingesteckt ist, daß der Kopf desselben bis in die Mitte des Glases reicht. Das Blei schlägt sich an demselben sogleich als ein schwarzgraues lockeres Pulver und allmählig in metallischer Gestalt nieder, und bildet glänzende Blättchen, die binnen 24 Stunden einen umgekehrten Bleibaum darstellen.

1) Der älteren alchemistischen Benennung des Bleies gemäß, nennt man diesen Bleiniederschlag auch Arbor Saturni, so wie den des Silbers Arbor Dianae, den des Zinnes Arbor Jovis, den des Kupfers Arbor Veneris etc. Die Ordnung, in welcher sich die Metalle aus den Säuren einander niederschlagen, ist bei allen Säuren dieselbe, und mehreren Beobachtungen gemäß folgende: Zink, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Blei, Zinn, Kupfer, Wismuth, Spießglas, Tellur, Arsenik, Mercur (Quecksilber), Silber, Gold, Platin, in der Weise, daß das früher genannte Metall das später folgende aus seiner Auflösung in Säuren fället. Bei den alkalischen Metallaufösungen, namentlich bei denen des oxydirten Bleies, Zinnes, Zinks, Spießglases, Scheels, Molybdäns, Silbers und Tellurs, findet auch die Herstellung

in den metallischen Zustand, durch ein anderes ebenfalls in Alkalien auflösliches Metall, ingleichem durch Phosphor, zum Theil auch durch Kohle statt, so wie auch selbst mehrere saure Metallaufösungen durch Schwefel oder Kohle oder Phosphor oder Wasserstoffgas mehr oder minder vollkommen gefällt werden. Vergl. BERGMANN de attract. electivis; in seinen opusc. phys. chem. Vol. III. S. 340. KLAPROTHS Versuche über die Herstellung der Metalle aus alkalischen Auflösungen, im N. J. d. Chem. II. S. 498. KASTNER: Beitrag zur Kenntniß des Verhaltens der Kohle, des Schwefels und des Phosphors, zu den wässrigen Lösungen der metallischen Salze; in dessen Beiträgen etc. II. S. 68 etc. S. 79 etc. — Ueber die Ausdrücke fällen, niederschlagen, Niederschlag etc. in der Folge; vorläufig vergl. man KASTNERS Grundr. d. Chem. I. S. 95—97.

2) Dafs diese ähnliche Fällungen der Metalle nicht blofs aus der grösseren Anziehung des fällenden Metalls (hier des Zinks) zu dem Sauerstoffe, im Vergleich mit derjenigen des gefällt werdenden Metalls (hier des Bleies) zu demselben Stoffe (mit dem es in der Auflösung bereits verbunden ist) abgeleitet werden könne, und dafs wirkliche galv. Action dabei im Spiele sey, welche die Fällung möglich macht, beweisen verschiedene vorzüglich von GROTHUSS (Journ. f. Chem. Phys. u. Mineralog. V. S. 120 etc.) angestellte Beobachtungen. Als G. eine mit Weingeist verdünnte und dadurch specifisch leichter gewordene farblose salpetersaure Silberauflösung, über blaue salpetersaure Kupferauflösung schichtete, und hierauf einen kleinen Zinkcylinder in die farblose salpetersaure Silberauflösung (welche

nicht zu sehr oxydirt, und dem Lichte nicht ausgesetzt gewesen seyn muß) senkte, entstanden sogleich Silbervegetationen, die nach 24 Stunden zur blauen Kupferauflösung gelangten, und nun auf ihren Extremitäten Kupfer metallisch fällten. Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. V. S. 120 etc. Bringt man in d. obig. XXXIV. Vers. das Zink auf den Boden des Glases, so wächst der Bleibaum sowohl nach den Seiten als auch nach oben zu, wo das Zink gar nicht mehr, sondern nur das kurz zuvor reducirte Bleiblättchen existirt, und mithin auf dieselbe Weise wie früher das Zink selbst, auf die übrige Bleiauflösung wirkt. Auch wird dabei nicht etwa das früher erzeugte Bleiblättchen dadurch in die Höhe geschoben, daß sich unten zunächst an dem Zink ein neues Blättchen niederschlägt; sondern die Erweiterung des Bleibäumchens geht sichtbarlich durch neuen Ansatz von den letzten Spitzen und Grenzen aus weiter. G. a. a. O. Ueber die Art, wie sich dabei die mehr oder minder durch Reduction von Bleiauflösung entleerten Flüssigkeitsschichten, wiederum mit den weiter nach oben oder seitwärts gelegenen Bleiauflösungstheilen schwängern, vergl. KASTNERS Beitr. I. S. 202 etc.

3) In demselben Maase wie die Reduction des Bleies in dem obigen XXXIV. Vers. von Statten geht, fährt das Zink fort, sich zu oxydiren und in der Säure aufzulösen, die zuvor mit dem Bleie verbunden war. Diese fortschreitende Oxydation des Zinkes, geht auch dann noch und nicht minder energisch fort, wenn das Zink schon vollkommen mit graulich-schwarzem Bleiniederschlage bedeckt ist, und währt überhaupt so lange bis sich das letzte Bleitheilchen ausgeschieden hat.

4) Mehrere Physiker halten dafür, daß diese und alle ähnliche Metallniederschläge durch andere Metalle oder durch Kohle auf nassem Wege (d. i. im Beiseyn einer tropfbaren, näsenden, wasserhaltigen Flüssigkeit) anfänglich nur durch die stärkere oben erwähnte bloss chemische Anziehung zum Oxygen, und späterhin erst, durch die dann — 1) aus dem reducirenden Metalle, 2) aus dem ersten Atome des reducirtten und 3) aus der übrigen Metallauflösung — gebildete galvanische Kette (oder vielmehr durch die Electricitätserregung und Wasserersetzung dieser Kette vergl. d. vorigen §.), bewirkt werden; indess scheinen verschiedene Beobachtungen dafür zu sprechen, daß der Proceß gleich von Anfang an galvan. Natur ist. Abgesehen von der (nicht füglich zu erweisenden) Möglichkeit, daß jede Flüssigkeit der Art, wie sie im obigen Vers. vorkömmt, aus verschiedentlich mit Metallsalz geschwängerten Schichtungen bestehe (woraus sich denn mit Einschluss des reducirenden Metalls eine Kette aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle ergebe); scheint aus RITTERS Beob. zu folgen, daß das reducirende Metall ursprünglich auf seiner Oberfläche, den electricischen Werth zweier heterogenen Metalle, die sich in einzelnen kleinen Stellen als durch electricische Ladung entstandene Pole gegenüber liegen, annehme, und dadurch bereits eine aus zwei festen Leitern und einem flüssigen Leiter bestehende wirksame Kette darstelle; so wie R. überhaupt jede im Beiseyn des liquiden Wassers stattfindende Oxydation, für den Erfolg einer ähnlichen gebildeten galvanischen Kette hält, deren Entstehung zunächst durch die Unebenheit des Metalls veranlaßt werde. Vergl. KASTNERS Beitr. II. B. a. a. O.

RITTER im Journ. für Chem. u. Phys. I. Bd. S. 399
u. s. f.

5) Auch gehören hieher die von JÄGER angestellten Versuche, über die Veränderungen, welche verschiedene Pigmente dadurch erleiden, daß sie im mit Wasser verbundenen Zustande mit einem Metalle, vorzüglich mit dem Zinke in Berührung gesetzt werden. Es sind diese Veränderungen denjenigen ähnlich, welche dieselben Pigmente durch freie Alkalien oder durch freie Säuren erleiden, und in mehrfacher Hinsicht merkwürdig. Legt man nämlich auf eine Zinkplatte ein genäßtes Lakmuspapier, und über dieses ein genäßtes Curcumapapier, und trennt beide, um das Zusammenfließen der Farben zu verhüten, durch einen zwischengelegten genäßten weissen Papierstreifen: so bemerkt man an dem Lakmuspapier rundliche, mehr oder minder ästige aneinandergereihte röthliche Figuren, die von einem blauen Grunde umflossen sind; es entsprechen diese gerötheten (d. i. von einer Schwängerung mit Säure zeugenden) Stellen, vollkommen den gelbgebliebenen Stellen des Curcumapapiers, und denen unter beiden befindlichen oxydirten Stellen des Zinks. Unter dem blauen Grunde des Lakmuspapiers hingegen, findet man den Zink glatt und nicht oxydirt, seltner etwas gefärbt angelaufen, und über dem Lakmuspapier das Curcumapapier an denen dem blauen Grunde entsprechenden Stellen röthlichbraun gefärbt (d. h. von einer Schwängerung mit Alkali zeugend). Rhabarberpapier zeigt diese Veränderungen noch schneller. RITTER schließt aus diesen Versuchen auf eine verschiedene Ladung des Zinks; so daß sich an einzelnen Stellen Hydrogenpole und an anderen Oxygen-

pole bilden. In dieser Hinsicht verdienen vorzüglich diejenigen JÄGERSCHEN Versuche angezogen zu werden, wo Zinkstangen den Färbestoff der Lakmustinctur, und anderer flüssiger Pigmente fällten, und alkalische Reaction zu bewirken schienen, die sich mit der sauren späterhin mehr oder weniger neutralisirte. Es gehören hieher auch verschiedene ältere Beob., z. B. daß der Veilchensyrup (von der *Viola odorata*) in zinnernen Gefäßen bereitet blau erscheint, und in metallenen Gefäßen aufbewahrt diese blaue Farbe beibehält etc. Vergl. JÄGER: in GILBERTS Ann. XI. S. 288 u. s. f. Gold und überhaupt die negativen Metalle, zeigten hingegen keine Spur von einer solchen Veränderung. Zink in Verbindung mit Gold, also als gewöhnliche einfache Kette, wirkte schneller, aber zuletzt keine stärkere Färbung oder Fällung hervorbringend, als das Zink für sich. Ebendas. 299.

6) Endlich verdienen auch noch die LEIDENFROST'SCHEN Versuche hieher gezählt zu werden. Tröpfelt man nämlich Wasser auf bloß heißes Eisen, so verdampft es schnell, während es auf glühendem Eisen in längerer Zeit verflüchtigt wird, und dabei zu einer eigenthümlichen Bewegung gelangt, welche von erzeugtem (Wasserstoff-) Gase herzurühren scheint. KLAPROTH beobachtete dasselbe auch bei anderen, durch blosses Wasser nicht oxydirbaren Metallen, z. B. bei Silber und Platin, und wahrscheinlich wurde in diesem letzteren Falle, das Wasser auf dieselbe Weise in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zersetzt, wie es nach CAZALET der Fall ist, wenn man, in einer besonders dazu eingerichteten Geräthschaft, Wasser tropfenweise auf geschmolzenes Glas

fallen läßt: durch die Ausdehnung seines Dampfes bildet es hohle, mit den genannten Gasen gefüllte Glaskugeln; wobei noch bemerkt werden muß, daß das glühende Glas leitet. Vergl. LEIDENFROST. De aquae communis nonnullis qualitibus tractatus. Duisb. 1756. §. 15. p. 30. ZIEGLER: Specimen de digestore PAPINI, ejusque structura et usu. Basil. 1768. 4.; vergl. LAMBERTS Pyrometrie. Berl. 1779. 4. S. 150 u. s. f. LINKS Beitr. zur Physik u. Chemie. St. II. S. 11. Anm. KASTNER in TROMMSDORFFS Journ. XI. St. St. 270 etc. KLAPROTH in SCHERERS Allg. Journ. der Chemie, VII. S. 646—651. OERSTED in GEHLENS N. A. J. der Chem. III. 324. und RITTER in dessen Electr. Syst. S. 286 etc. Diesem LEIDENFROST'schen Vers. rücksichtlich der Producte, und wahrscheinlich auch in Hinsicht der dazu nöthigen galvanischen Bedingungen, ähnelt der LAVOISIER'sche Versuch über die Zersetzung des Wassers, wenn man es als Dampf über glühendes Eisen (z. B. durch einen mit Nägel gefüllten Flintenlauf) streichen läßt: das Eisen wird oxydirt, indem es ohngefähr 85 Proc. am absoluten Gewichte zunimmt, während sich 15 Proc. Wasserstoff gasförmig entbinden, und in einer mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne, unter mit Wasser gefüllten umgestürzten Flaschen, mit Hülfe eines an dem einem, aus dem Ofen hervorragenden, Ende angebrachten pneumatischen Rohrs angefangen werden kann. Gewöhnlich nöthigt man dadurch den Wasserdampf, sich durch den Flintenlauf fortzubewegen, daß man eine kleine, drei bis vier Unzen Wasser enthaltende Retorte, mit ihrer Mündung luftdicht in die entgegengesetzte, gleichfalls aus dem Ofen hervorragende, Mün-

dung des Flintenlaufes einküttet, und nachdem der im Innern des Ofens befindliche Theil des Flintenlaufs vollkommen glühet, die Retorte bis zum Sieden des Wassers erhitzt.

7) Die meisten Versuche mit der einfachen galvanischen Kette, sind bis jetzt bei einer Temperatur angestellt worden, die niedriger als die Siedhitze des Wassers war; und da diese bereits so wichtige Resultate gewährten, so dürfte die Beantwortung der Frage; wie sich alle diese Phänomene bei Glüh-temperatur ausnehmen würden? für die Wissenschaft sehr interessant seyn; auch zugegeben, daß Wasserdampf um so mehr isolirend wird, je höher seine Ausdehnung durch Hitze wächst, so nimmt doch umgekehrt das Leitungsvermögen verschiedener Isolatoren, bei hoher Temperatur bedeutend zu. Ob indess die Fällungen der Metalle auf trockenem Wege (vergl. KASTNERS Grundr. d. Chem. I. S. 97), schon zu solchen noch un-gekannten Kettenactionen gehören, steht zu bezweifeln.

8) Um sich eine Vorstellung von der Schnelligkeit und ausserordentlich grossen Menge der Electricität und ihrer Entwicklung in der Kette (ohne Zwischenraum) des obigen XXIV. Vers. zu machen, dient eine von RITTER angestellte Berechnung: über die bei der Reduction des Hornsilbers (im Wasser höchst schwer lösliches salzsaures Silber) durch Kochen mit Wasser und Eisen, galvanisch wirksame Menge von Electricität; von der innerhalb 10 Minuten soviel entwickelt wurde, daß 960 Gran Hornsilber reducirt werden konnten; wozu die beste Electricitätsmaschine 13 Tage 18 Stunden und 30 Minuten d. i. 1983 mal soviel Zeit erfordert hätte. RITTER in GEHLENS Journ. f. Chem. u. Physik, I. S. 384 ff.

g) Viele ältere Beobachtungen der Chemiker über die Metalle, deren Oxydabilität u. s. w. sind rein galvanischer Natur, und häufig auf gewöhnliche einfache Ketten aus zwei festen und einem nassen Leiter gegründet, und verdienen daher für diese Kette in Anspruch genommen zu werden. Z. B. LAVOISIERS Vers. über die Bestimmung der Oxydabilität der Metalle, wo das Metall mit Wasser über Quecksilber in Berührung gebracht wurde; die in FOURCROY'S Systeme des connoissances chimiques T. V. p. 376 und T. VI. p. 157 u. 182 vorkommenden Beobacht. über Zink und Eisen etc. Die erste gewöhnliche Kette zu chemischen Beob. stellte 1792 FABRONI (GILBERTS Ann. IV. 128—433) dar, dem ASH (v. HUMBOLDTS Vers. über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. I. S. 472), v. HUMBOLDT, RITTER, v. ARNIM, DESORMES, REINHOLD, WALLOSTON, JÄGER, W. PFAFF, BOSTOK, WILSON, TREVIRANUS, GAUTHEROT, BOISSIER, LAGRAVE, PITTARO, ALDINI, IZARN u. a. folgten. Erst späterhin folgten Beobachtungen über die chemische Wirksamkeit einer Kette aus zwei flüssigen (nassen) Leitern und einem Metalle,

§. 119.

XXXV. Vers. In ein gewöhnliches kleines Kelchglas, schütte man ohngefähr soviel von einer möglichst wenig oxydirten salzsauren Zinnauflösung (die durch Kochen des Zinnes mit Salzsäure bereitet worden, und noch etwas freie Säure enthält), daß das Glas bis zum vierten Theile davon erfüllt wird, schichte dann mit-

telst einer genähten Fließpapierbrücke, dem Maase nach, eben soviel destillirtes Wasser genau darauf, und senke nun einen schmalen einfachen Stanniolstreifen behutsam so durch das Wasser, daß er in die untere dichtere Flüssigkeit hinabreicht, ohne beide Flüssigkeiten zu vermischen; nach kurzer Zeit bemerkt man, daß in demselben Maase, wie der in die Zinnauflösung herabreichende Theil des Zinnstreifens zerfressen (oxydirt) und aufgelöst wird, sich an der Grenze beider Flüssigkeiten, also dort wo sich eine mehr oder minder verdünnte Auflösung vorfindet, ein Theil des zuvor aufgelöst gewesenen Zinnes metallisch niederschlägt, und eine glänzende, theils kleinblättrige theils nadelförmige Metallvegetation darstellt, die sich nach oben zu so weit fortbildet, als das Wasser noch mit Zinnauflösungstheilchen geschwängert ist. War die Zinnauflösung zu diesem Versuche vollkommen gesättigt, so geschieht die Reduction des Zinns in ihr selbst, und die Oxydation des hineingetauchten Streifens in der verdünnteren Schicht; und wählte man Zinnauflösung von völlig gleicher Dichtigkeit ohne Zusatz einer zweiten leitenden Flüssigkeit (Wasser) so erfolgt gar keine Reduction. Statt des hinein gehängten Metallstreifens kann auch Reisblei, Kohle etc. mit ähnlichem Erfolge gewählt werden. Silber.

Kupfer-, Blei-, und zum Theil auch Zink und Eisenaufösungen zeigen ein ähnliches Verhalten, wenn sie mit einem Streifen oder Drahte desselben Metalles welches sie aufgelöst enthalten, und mit Wasser zu einer ähnlichen wirksamen Kette verbunden werden, und beim Golde, Platin, Wismuth, Tellur, Spießglas, Mangan, Kobalt, Nickel etc. ist dasselbe zu erwarten.

1) BUCHHOLZ (N. Allg. Journ. d. Chem. III. 324.) machte zuerst die obigen Vers. zum Grunde liegende Beob.; RITTER (Ebendas. IV. 253—281 und Journ. f. Chem. u. Phys. I. S. 410. ff.) erkannte sie als galvanisches Phänomen, bestätigte und erweiterte sie, und suchte vereint [mit B. die Bedingungen des Gelingens derselben festzusetzen (R. a. a. O. u. BUCHHOLZ im Journ. für d. Chem. Phys. u. Mineralog. V. 127—142).

2) Diese Bedingungen bestehen ausser den bereits erwähnten hauptsächlich darin, a) daß die Metallauflösung von einer Beschaffenheit, der Auflöslichkeit und Concentration nach, sey, welche eine zu schnelle Vermischung mit der überstehenden Flüssigkeit, wodurch das dreigliedrige und dadurch wirksame Verhältniß der Kette aufgehoben würde, hindert; b) daß das Oxydationsverhältniß der Glieder der Kette verschieden sey. R. a. a. O.

3) Es läßt sich die Kette des obigen Vers. auch in eine mit Zwischenraum umwandeln, wodurch eine noch genauere und deutlichere Beob. des ganzen Phänomens möglich wird, welche zugleich beweist,

dafs die Action der Kette, und die daraus an zwei verschiedenen Orten derselben entspringende Oxydation und Hydrogenation am stärksten ist, wenn concentrirte Metallauflösung und verdünnte von einem mittleren Grade der Verdünnung, die beiden flüssigen Leiter der Kette darstellen. Man erreicht diese Bedingung, wenn man nach RITTER (a. a. O. S. 261. ff. u. Journ. für Chem. u. Phys. I. S. 427 etc.) die beiden rücksichtlich ihrer Verdünnung verschiedenen Flüssigkeiten, in die zwei Schenkel einer V förmigen Röhre bringt, und dann oben von einem Schenkel zum anderen mit Metallstreifen des aufgelösten Metalls leitend verbindet. Enthält unter diesen Umständen der eine Schenkel blofs Wasser, so ist weit weniger Wirkung da, als wenn er auch nur mit einer 1024fachen Verdünnung gefüllt ist. Die minder concentr. Flüssigkeit bildet dabei stets den Hydrogenpol, die concentrirtere den Oxygenpol, und die Action der Kette wächst (wie immer) dann, wenn der Hydrogenpol stärker oder vergrößert wird.

§. 120.

Jene doppelte electriche Erregbarkeit (§. 115. N. 13.), welche die Möglichkeit jeder galvanischen Kette begründete, und selbst in den letzt-erwähnten Versuchen deutlich bemerkbar wurde, scheint aber nicht blofs das Eigenthum der anorganischen Natur zu seyn, sondern auch in den Organismen und in den Reizungsverhältnissen ihrer Theile, mehr oder minder modificirt, wie-

derzukehren. Da indess diese Untersuchungen Gegenstände der Physiologie sind, und hier nur im Allgemeinen berührt werden können, so genügen wir uns damit, theils einige der merkwürdigsten Erscheinungen der Art anzuführen, theils auf die Quellen zu verweisen, durch deren Benutzung ein gründliches Studium dieses Theils der Naturlehre des Organismus möglich ist.

1) Schon früher untersuchte VOLTA das Verhältniß galv. Erregung gegen die Sinnesorgane; dahin gehören die Versuche mit einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine auf, und die andere unter die Zunge gelegt wird, vereint erregen beide im Augenblick der Schliessung einen säuerlichen oder bitterlichen Metallgeschmack. Eben so bemerkt man nach HUNTER einen Lichtschein, wenn man einen Zinkstab am Zahnfleisch der untern Kinnlade, und einen Silberstab in den Augenwinkel bringt, und beide nachher an den freien Enden gegenseitig in Berührung setzt. — Füllt man einen metallenen Becher (zinnernen) mit Kalkmilch, oder schwacher alkalischer Lauge, faßt den Becher mit einer oder beiden mit Wasser genätzten Händen, und bringt die Zungenspitze auf die in dem Becher enthaltene Flüssigkeit, so erhält man bei der Berührung der Flüssigkeit einen entschieden sauren Geschmack, der endlich dem eigenthümlichen alkalischen weicht. — Füllt man einen zinnernen oder besser zinkenen Becher mit reinem Wasser, setzt ihn auf eine Silberplatte, und berührt stark gegen drückend mit einer der genästen Hände die Silberplatte, während man mit der Zungenspitze

das Wasser berührt, so erhält man gleichfalls einen deutlichen sauren Geschmack. Vergl. S. 462 d. I. B. dies. Grundr. — Verletzt man einen Theil des Körpers, z. B. die Aussenseite der Hand, an zwei Stellen, belegt die eine Wunde mit einem Zinkstäbchen, die andere mit einem Silberdrath, und vereint beide auf gleiche Weise wie in den vorigen Versuchen, so bemerkt man im Momente der gegenseitigen Metallenden-Berührung eine stechende Empfindung an beiden Stellen, besonders aber an der Zinkseite. Mehrere Versuche der Art haben v. HUMBOLDT etc. angestellt. — VOLTA in GRENS Journ. VI. 414. VIII. 65—77.

2) Unter den Säugthieren sind besonders die Hunde sehr empfindlich für die Wirkung jenes Reizes auf die Zungenwurzgen. Die Vögel, unter allen Thieren diejenigen, bei welchen die Respiration am weitesten ausgebreitet, die Luftzersetzung am stärksten und die thierische Wärme am größten ist, zeigen die kürzeste Dauer galv. Erregung. Schreitet man bei kleinen muntern Vögeln nicht sehr schnell zur Nervenpräparirung, so wirkt auch der stärkste Reiz nicht mehr. Die Flügel kleiner Hühnchen (etwa 14 Tage alt) kann man mit Zink und Gold in Bewegung setzen. Steckt man einem sterbenden Vogel, ein Zinkblättchen zwischen den Schnabel, und einen Silberdrath in den After, und verbindet beide Metalle durch einen metallenen (z. B. eisernen) Bügel; so öffnet der Vogel die Augen und schlägt mit den Flügeln. Eine dauernde Reizbarkeit zeigen die Amphibien, die deshalb, so wie durch ihren fast durchsichtigen und zugleich sehr starken Körperbau, und durch ihr reines Muskelfleisch, die Aufmerksamkeit der Physiologen zu galv. Versuchen

vorzüglich auf sich zogen. Die unzerstörbarste Reizbarkeit unter allen, zeigen Frösche und Flussschildkröten; so wird z. B. die europäische Schildkröte noch von einem Zinksilberpaare afficirt, wenn auch schon ihre Muskeln in Fäulnifs übergegangen sind. Bei jüngeren Fröschen ist die Reizbarkeit grösser, als bei älteren; bei den Weibchen stärker als bei den Männchen, und die beste Zeit mit ihnen zu experimentiren, ist, wenn man sie aus dem Winterschlaf erweckt, und in gelinder Stubenwärme belebt. Zu gewöhnlichen Versuchen, schneidet man mit einer guten Scheere, mit 2—3 Schnitten: Kopf, Vorderbeine und Bauchfell ab, zieht dann schnell von denen in der Hand gehaltenen, mit dem Rückmark zusammenhängenden, Hinterbeinen, die Haut ab, und theilt endlich von unten herauf das Rückmark um einige Linien, durch einen nach dem Kopfende zu gehenden Schnitt, jedoch so, daß die Nervenbündel oben noch zusammenhängen etc. Bei electr. Schlägen, verwandelt sich die braungrüne Hauptfarbe der Frösche, in die blaue, meergrüne und gelbe Farbe; Farbenänderungen worauf schon Gemüthsbewegungen Einfluß zu haben scheinen. Eidechsen zeigen gewöhnlich einen hohen Grad von Reizbarkeit, und heftige Muskelcontractionen, wozu vorzüglich ihre feineren Nerven und ihr verhältnißmässig größeres Gehirn beiträgt; aber wegen der wenigen Medullarsubstanz in den Gliedmassen, und dem grossen Consens mit dem Hirn, erschöpft der Reiz eines Zinksilberpaares sehr bald die Reizfähigkeit. Vorzüglich hat man dieses in wärmeren Gegenden an der grünen Eidechse bemerkt, die vor anderen noch dadurch merkwürdig ist, daß jeder feuchte Leiter, auf den

Leib getropfelt, vorzüglich aber oxygenirte Salzsäure, oder auch jede Lage, worin der ganze Schwanz mit Wasser bedeckt ist, convulsivische Bewegungen hervorbringt. — Die Fische zeigen einen hohen Grad von Muskelkraft; das Rückenmark, die Nervenäste, welche in die Flossen gehen, sind beim Tobiasfisch, *Perca Lucioperca*, *Perca Cernua*, *Cobitis fossilis*, *Cyprinus Tinca*, und den Karpfen sehr leicht zu armiren; die Contractionen sind heftiger und lebhafter wie bei den Amphibien; alkalische Lösungen, Säuren, vorzüglich oxygenirte Salzsäure erhöhen sie ungemein. Aale, Schleien etc. werden durch leise Metallberührung schon afficirt; auch Fischherzen sind für diese Reize und oxygenirte Salzsäure sehr empfänglich. — Entblöst man bei einem Insecte, durch einen Horizontalabschnitt die Bewegungsnerven bei ihrem Ursprunge aus dem Gehirne, so entstehen, wenn die Metalle auch bloß die Nervenfasern treffen, lebhaftere Contractionen in den Extremitäten; der vortheilhafteste Punct ist die erste Schlinge, welche sie in der Kugel bilden. Das zähe Leben der meisten Insecten, läßt schon erwarten, daß ihre Reizfähigkeit ziemlich dauernd seyn werde, und wirklich zeigen z. B. viele Bockkäferarten, aufgespießt öfters nach 4 Wochen noch, nach vorangegangnem Metallcontact sehr lebhaftere Bewegung. *Ichneumon punctator* bewegt sich ohne Kopf nach vier Tagen noch heftig mit dem Hinterleibe, wenn man ihn mechanisch reizt. Alkohol bewirkt dagegen gewöhnlich heftige Atonie; bei den Coleopteren binnen 15—20 Minuten, beim Flicker (*Cerambyx Cerdo*) und Zimmermann (*Cerambyx aedilis*) binnen einer halben Stunde eben so bei den Stubenfliegen. Eine sehr wirksame

Kette, noch besser oxygenirte Salzsäure erweckt sie wieder. Hymenopteren z. B. die Hornisse (*Vespa Crabro*) zeigen, wenn der Kopf auch seit 14 Tagen abgeschnitten ist, auf den Metallreiz (schon von einem Zinkkupferpaare) heftiges Zittern in den Extremitäten. — Armirt man todtte Krabben an den Gelenken der rechten Scheere mit Zink, und den linken Hinterfuß mit Kupfer oder Silber, so werden durch den Contact beider Metalle lebhaftere Zuckungen erregt. Ist das erste Glied eines Krebsfußes abgelöst, und wird die Wunde mechanisch gereizt, so kann der Krebs nach Willkühr noch das zweite Glied fahren lassen; eben so kann der südamerikanische Wanderkrebs (*Cancer ruricola*) seine Scheeren loslassen; vorzüglich wenn der mechanische Reiz zugleich galvanischer ist. Steckt man dem Taschenkrebs (*Cancer Pagurus*) Zink in das Maul, während man die gestengelten Augen mit einem silbernen Conductor berührt, so kann man beide Augen, durch den Contact beider Metalle erschüttern. — Berührt man mit einer silbernen Pinzette die faserige Haut, welche am Fusse des Dintenvurms (*Sepia officinalis*) die Saugwarzen ringförmig umschließt, so verengt sich der Rand dieser Haut, und einmalige Berührung beider Metalle erschöpft alle Reizbarkeit der Saugwarzen. *Lumbricus* und die Gattung *Helix* zeigen übrigens unter den Würmern die lebhafteste Reizbarkeit. Nicht minder wirksam zeigt sich der Metallreiz bei den Mollusken, Naiden, Lernäen, Askariden und dem Bandwurme.

3) Um die Stärke zweier Belegungen in Hinsicht der Erregung gegen thierische Muskel und Nervenfasern zu erfahren, gab RITTER folgendes Verfahren an; um zu wissen, ob Zink und Gold, oder

Zink und Kupfer mehr wirken, armirt man den Nerven eines von zweien unter sich in Verbindung stehenden Muskeln mit Gold, den des andern Muskels mit Kupfer und verbindet diese beiden Metalle durch Zink. Auf der Seite des Goldes entstehen Zuckungen, mithin ist dieses wirksamer als Kupfer, wenn beide mit Zink verbunden werden. Um den Unterschied der Wirksamkeit beider zu bestimmen, bringt R. zwischen das Kupfer und den Nerven einen andern Leiter, welcher, allein damit verbunden, Contractionen auf der Kupferseite geben würde. Ein solcher Leiter ist das Gold. Hier erfolgt nun keine Wirkung, woraus R. schließt, daß der Unterschied der Wirksamkeit des Kupfers und Goldes, und der des Zinks und Kupfers, gleich der Wirksamkeit des Goldes und Kupfers. Sofern nun der Unterschied der Verwandtschaftsgrade zum Zink und Kupfer gerade so groß ist, als der von Kupfer und Gold, so verhalten sich die durch zwei verschiedenartige Metalle hervorgebrachten Wirkungen, wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff. Vergl. ob.

4) Belegt man nach R. den Nerven mit Zink, den Muskel mit Silber oder Reisblei (Graphit), so bleibt die Reizbarkeit bei ungeschlossener Kette anhaltender; der umgekehrte Fall tritt ein, wenn der Nerve mit Silber und der Muskel mit Zink belegt wurden; es zeigen dann die in einer geschlossenen Kette gelegenen Muskeln, beim Oefnen der Kette, heftige und dauernde Erregung, die bei der Kettenschliessung wieder aufhört. TREVIRANUS hat indels hiergegen einige bedeutende Einwendungen gemacht. Im ersten Fall wird die Erre-

gung vermindert, im zweiten vermehrt. Auch versuchte es R. zu beweisen, daß sich in dem lebenden thierischen Körper stets eine geschlossene Kette finde aus Muskelfaser, Nervensubstanz und Flüssigkeit bestehend, wodurch eine fortdauernd galvanische Wirkung in demselben Statt finde. (Vergl. dessen Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreiche begleite. Weim. 1799). Dessen Beitr. II. St. 3 u. 4. und dessen Schreiben an VAN MONS etc. N. A. Journ. d. Chem. VI. S. 141 u. 153.

5) Ein thierisches Organ mit unter sich heterogenen Excitatoren des Galvanismus in Berührung setzen, heißt dasselbe bewaffnen (armiren). Gewöhnlich armirt man den Nerven durch eine Zinkplatte, und bringt dann zur Schliessung der Kette, einen gebogenen, an den Enden stumpfen und abgeglätteten Drath eines anderen Metalls (leitender Bogen genannt), mit seinem einen Ende an die Zinkplatte, mit dem anderen an den Nerven oder dessen Muskel. Muskeln, welche nicht mehr zucken, wenn man mit dem Silberbügel erst das den Nerven armirende Zink, dann den Muskel berührt, zucken öfters noch, wenn man den Bügel erst an den Muskel und dann ans Zink legt. Auch kann man nach ACHARD, das eine Ende des leitenden Bogens mit einer breitgedrückten Kugel versehen, um so dem Muskel eine grössere Berührungsfläche entgegen zu bringen. Die Zuckung des Muskels erfolgt bei der Schliessung, und hatte der silberne Bogen ebenfalls den Nerven berührt, so zuckt dennoch der nicht von Metallen unmittelbar berührte Muskel des Nerven. Hingegen erfolgen in einem Muskel keine Zuckun-

gen, wenn dessen Nerve oberhalb eines Unterbandes armirt wird, wohl aber in einem anderen Muskel, dessen Nerven zufällig jenen unterbundenen Nerven oder überhaupt jene Kette berührt. Metalle und Kohle, und nach v. HUMBOLDT auch der an Kohlenstoff reiche lydische Stein (dessen Bemerk. über die lebendige Muskelfaser als anthrakoskopische Substanz, in v. CRELLS chem. Annal. II. 5.), so wie statt der Metalle die schwefelhaltigen Erze, bringen ähnliche Erfolge hervor. Auch wenn sich zwischen Nerv und Metall, oder auch zwischen beiden Metallen ein feuchter Leiter (z. B. Wasser, todtes frisches Fleisch etc.) befindet, treten jene Erregungen ein; vergl. v. HUMBOLDT Vers. üb. die gereizte Muskel- und Nervenfaser etc. Posen u. Berlin 1797. 8. I. 68. 70. und PFAFFS Einwendungen gegen die Wirksamkeit der Kette, wo auch die Metalle durch feuchte Leiter getrennt sind, in GRENS Journ. VIII. 211. Armirt man nach v. H. (v. CRELLS Annal. 1795. II. 5.) beide: Nerv und Muskel mit zwei Platten ein und desselben Metalls, z. B. Zink, und verbindet beide Platten durch ein Goldstück; so findet keine Erregung statt, tritt hingegen sogleich ein, wenn das Gold auf einer seiner Flächen befeuchtet, z. B. angehaucht wird. — Bildet indefs nach R. (vergl. N. 4.) der lebende thierische Körper eine wirksame Kettenreihe, wo in jeder einfachen Kette der Nerv und Muskel zu dem feuchten Leiter, wie Zink und Silber^F im Verhältniß stehen, so wird es auch möglich, daß bei hoher Reizbarkeit selbst ein Metall hinreicht, um Zuckungen zu erregen. Jedoch scheint bei den meisten Versuchen der Art, die bis jetzt angestellt wurden, wirklich eine wiewohl höchst geringe Ver-

schiedenheit der angewendeten Metallstücke ein und desselben Metalls obgewaltet zu haben. Vergl. VOLTA in GRENS N. Journ II. — ALDINI a. a. O. und v. HUMBOLDT (über gereizte Fas. I. 60.) wollen dergleichen Erregungen bemerkt haben. Aus dem obigen Gegensatze von Nerv und Muskel erklären sich dann auch jene merkwürdigen Zuckungen, durch blossе gegenseitige Berührung thierischer Organe ein und desselben Thiers, vergl. v. HUMBOLDT a. a. O. S. 32 u. RHEINHOLD de Galvanismo. I. p. 28; und die noch merkwürdigeren ALDINI's (GILBERTS Ann. XI. 216.) über ähnliche Wirkungen aus entblößten Organen eines Thiers, auf entblößte Organe eines anderen. Dafs zwischen gebrachte Nichtleiter die wirksame Kette unterbrechen, folgt schon aus den früheren Untersuchungen.

6) Gewöhnlich ist die Zuckung bei der Wiederöffnung der Kette, geringer, als sie bei der Schliessung war; indem wahrscheinlich die bei der Schliessung auch in den Organen eingetretene electr. Vertheilung und damit verknüpfte Oxygen und Hydrogenladung (von der die Aufhebung der electr. Indifferenz überhaupt abhängt) bei der Eröffnung wieder aufgehoben wird. Nur, wenn nach PFAFF das Silber den Nerven, und das Zink den Muskel berührt, ist die Zuckung bei der Schichtung sehr schwach bei der Oeffnung sehr stark. Daher sind auch nach RITTER, symmetrische Ketten, z. B. wenn der Nerve eines Froschschenkels an zwei Stellen so mit Zink armirt ist, dafs jedes Zinkstück ein Stück Silber hat (SZNZS), oder wenn je an einem Nerven zweier Froschschenkel ein Zinkstück, an jedem Muskel ein Silberstück liegt, und beide Zinkstücke

sich berühren (SMNZZNMS) unwirksam, werden hingegen wirksam, wenn sie aufhören symmetrisch zu seyn. Z. B. obige Ketten in folgende verwandelt: SZNSZ und SMNZSNMZ; vergl. RITTERS Beweis etc. §. 11. Der Einfluß des Mediums auf jene Erregungen scheint nach v. HUMBOLDTS Beob. wenig bedeutend zu seyn; vergl. dessen Vers. in verschiedenen Gasen, Wasser, Weingeist, Blut, Salzsäure, Quecksilber etc. Ueber die gereizte Faser. I. 247. ALDINI fand jedoch Abnahme der Wirkung in verdünnter Luft; ejusd. de electricitate animali. Bonon. 1794. p. 4.

7) Animalische Organismen zeigen stets mehr oder minder das Electrometer afficirende Electricität; bei einigen kommt es unter günstigen Bedingungen zur Funkenproduction, z. B. bei den Katzen, wenn man sie im dunkelen reibt oder der Haarlagerung entgegen streicht; etwas der Art bemerkt man auch hin und wieder bei Menschen, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte zur Zeit eintretender Menstruation. Vorzüglich zeichnen sich aber einige wenige Wasserthiere dadurch aus, daß sie fähig sind, die in ihrem Körperbaue vorzüglich begünstigte Darstellung wirksamer galvanischer Ketten, willkürlich zur Ertheilung electricischer Commotionen zu benutzen, und welche von diesem Vermögen, bei andringender Gefahr, als Waffe Gebrauch machen. Dahin gehören: der Zitterrochen (Raja Torpedo), der amerikanische Zitteraal (Gymnotus electricus), der Zitterwels oder Zitterer (Silurus electricus), der Zitterstachelbauch (Tetraodon electr.) und der indische Zitteraal (Trichiurus electr.) Beim Zitterrochen (das einzige unter diesen Thieren, das

in europäischen Gewässern, z. B. im Mittelländischen Meere vorkommt) so wie bei den übrigen besteht das electriche Organ, abwechselnd aus Leitern, den Nerven, der Eiweiß- und Gallertmasse, wohin Nerven gehen, und aus Halbleitern, den aponevrotischen Blättern, die sich durch die Eiweißgallerte hinziehen. Bei jedem dieser Thiere ist indess der Bau dieses Organs verschieden. Beim *Gymnot. electr.* findet es sich oberhalb der Blase, allen übrigen Aahlrücken fehlt es. — Es besteht aus vielen vereinigten Aponevrosen, die den Lamellen nachlaufen, und horizontale, parallellaufende, einen Milliameter von einander entfernte Lagen bilden. Andere verticale Lagen von gleicher Beschaffenheit, nur zahlreicher schneiden sie unter einem rechten Winkel, so daß beide ein breites tiefes Netz bilden, was aus zahlreichen Zellen mit rhomboidalischen Seitenflächen besteht, und innerlich mit einer schmierigen, gallertartig aussehenden Substanz gefüllt ist. Diese Art electriche Batterien sind in vier besondere Massen getheilt, man nennt sie die grossen und kleinen electriche Organe. Jene liegen zu oberst unter der Schwimmblase und dem Rückenmuskel, und machen allein mehr als die Hälfte der Dicke des Schwanzes aus, eine breite Scheidewand trennt sie, und giebt ihnen starke Befestigungspuncte; an der Schwimmblase und ihren Muskeln sind sie durch ein dichtes Zellgewebe befestiget, unten endigen sie sich zugerundet in der Gegend der knochichten Stütze der Afterflossen. Die kleinen Organe liegen ganz unten im Schwanze, sie entstehen und endigen sich mit den grossen Organen an einer Stelle, und liegen zu beiden Seiten der knochichten Stütze der Afterflossen; im Ganzen glei-

chen sie zwei langen dreieckigen Pyramiden, deren Seitenflächen mit den Muskelfibern bedeckt sind, welche die verschiedenen Bewegungen der Flossen hervorbringen. Dadurch unterscheiden sich die kleinen Organe sehr von den grossen, die unmittelbar an der Haut festsitzen, also mehr mit den Aussen dingen communiciren, und zu stärkern Wirkungen fähig sind. Die horizontalen Lamellen der kleinen Organe laufen nicht immer in ihrer Lage parallel, sondern oft wellenförmig gekrümmt. In einem grossen Organ sind deren 34, in dem kleinen Organ, 14; die kleinen Platten, welche diese rechtwinklicht durchschneiden, sind so fein und zahlreich, daß ihrer 240 in einem Raum von 25 Millimeter beisammen liegen. Die Nerven kommen vom Rückenmark, und vertheilen sich wunderbar. Ueber die Wirbelsäule läuft ein dickerer Nerve vom Schädel bis zum Schwanzende, der doch nur wenige Aeste an die electricischen Organe giebt. Es kommt aber von jedem Wirbel ein Nerve, der nicht nur Aeste an die Schwanzmuskeln, sondern auch an dieses Organ Zweige schickt, die an der Oberfläche derselben hinlaufen, und sich auch in die Zellen verbreiten.

Bei dem Zitterwels umgiebt das electricische Organ den ganzen Körper; es liegt unter der Haut als eine Schicht Zellgewebe, was so fest und so dick ist, daß es einer Lage Speck ähnlich sieht. Es besteht aus einem Netze von aponevrotischen, sich in jede Richtung durchkreuzenden Fasern, dessen Geflechte man nur durch die Loupe entdecken kann. Die kleinen Zellen dieses Netzes sind mit einer eiweißartigen Gallerte gefüllt. Die Nerven kommen aus dem Gehirn, und sind dieselben, welche bei allen Fischen

unmittelbar unter die Seitenlinie gehen. Sobald sie aus dem Schädel gekommen sind, nähern sie sich einander, und dringen durch zwei verschiedene Oeffnungen in den Körper des ersten Wirbels, gehen dann an der entgegengesetzten Seite derselben aus einer gemeinschaftlichen Oeffnung wieder heraus, entfernen sich hierauf wieder von einander, und gehen unter die Seitenlinien, dann findet man sie zwischen den Bauchmuskeln, und der sich über das electricisirende Organ ausbreitenden Aponevrose, sie dringen endlich unter die Haut, wo 12 bis 15 Aeste rechts und links von dem Nervenstamm entspringen, die innere Seite des netzartigen Gewebes durchdringen, und sich in demselben verbreiten.

Bei dem Zitterrochen (*Raia Torpedo*), findet man den Knorpelfortsatz, der in die Ränder des Kopfs einfasst, unterbrochen. Dieser Raum bildet parallel nebeneinander stehende prismatische Röhren, von 6, 5 und 4 Seiten ausgefüllt, die in ihrer Lage dem hervorragenden und ungleichen Rande des Kopfes und der Kiemen folgen, und wovon die Grundflächen an der Haut der Rücken- und Bauchflossen festsitzen. Nimmt man die Haut hinweg, so sehen die Grundflächen dieser Röhren wie eine Honigscheibe aus, sie sind mit einer Substanz aus Eiweiß und Gallerte angefüllt. Die Textur dieser Röhren ist aponevrotisch, sie sind untereinander durch ein loses Netz aus, sich in allen Richtungen kreuzenden, Fäden verbunden, jede ist mit einer aponevrotischen Platte bedeckt, und nach aussen zu von der Haut umgeben. Alle diese Theile haben sehr dicke Nerven, wovon vier Hauptstämme sich zwischen alle Röhren verbreiten, und sich daselbst verlieren. Sie

spielen bei den electricischen Erscheinungen eine grosse Rolle, sie sind das vorzüglich wirksame Glied in der Kette, sammeln und leiten die Electr. (denn der Wille des Thiers ist zur Hervorbringung des Schlages nöthig), doch sind diese Nerven noch nicht allein hinreichend, diese Electricität zu bewirken, denn man findet sie eben so bei allen Rochenarten, sondern die undurchlöchernte Haut der Rücken- und Bauchseite, die ausgebreiteten und vielen Aponevrosen, wodurch die Röhren völlig verschlossen sind, tragen hierzu sehr viel bei, die gallertartige Masse häuft sich dabei in den Röhren an, und wird von den Aponevrosen in kleine isolirte Theile getheilt. In allen übrigen Rochenarten kann folglich nie solche Electricität statt finden, obwohl sie fast ähnliche mit einer solchen Gallerte angefüllte Röhren haben, weil die gallertartige Masse überall frei durch die Hautöffnungen hervordringt; daher wird nicht nur der ganze Körper damit bedeckt, sondern auch der ganze Roche davon angefüllt. Aus gleichem Grunde erfolgt nie von der **L**eidner Flasche eine Wirkung, wenn nicht zwischen den Metallblättern Glasscheiben angebracht sind; und allen zur Zeit bekannten Beobachtungen gemäß, scheint in den elect. Flaschen die Bedingung oder L. Flasche mit derjenigen wirksamen Ketten vereint zu seyn. Die Structur der übrigen electr. Fische ist zur Zeit noch nicht so genau bekannt. — Einigermassen ähnliche Erscheinungen, wie diejenigen an den genannten electr. Fischen, will man auch an dem gemeinen Aale und an einer Zoo-phytenart, dem Seebeutel (*Alcyonium bursa* L.) beobachtet haben. Vergl. Dr. A. WIENHOLDTS Vorlesungen über die Wirkungssphäre der lebenden Körper.

Aus dem litt. Nachlaß des Verfassers besonders abgedruckt. Lemgo 1805. 8. S. 37—38. Die meisten Beob. sind übrigens an dem Zitterrochen und dem amerikan. Zitterale gemacht worden; und am ersteren sollen sich die electr. Wirkungen, in kleinen Stößen schon bei dem Embryo zeigen a. a. O. S. 39; die Hauptresultate dieser Beobachtungen bestehen in folgendem:

- a) Die stärksten Schläge ertheilt der in den Surinamischen Gewässern lebende *Gymnotus* (v. BERKEL: Reise nach Rio de Berbice, in der Samml. selt. u. merkw. Reisebeschr. Memmingen 1789. 8. S. 220. S. FAHLBERG in GILBERTS Annal. XIV. 416. Kampf der electr. Aale mit Pferden, beschrieben durch v. HUMBOLDT ebend. XXV. 34.); die des Zitterrochen sind gelinder, und richten sich nach der Grösse desselben (vergl. GEOFFROY'S, SPALLANZANI'S und GALVANI'S Beob. zusammengest. in ALDINI'S Essai sur le Galvanisme. T. II. p. 61). Eine an electr. Commotionen gewöhnte Person, hält jedoch kaum den Schlag des Krampfrochen aus, wenn er 4 Decimeter Länge hat, und in voller Kraft ist; erst wenn er schwächer wird, hindert das Wasser in etwas die Wirkung desselben, während sie dann in der freien Luft stärker ausfallen. Vergl. v. HUMBOLDTS und GAY-LUSSACS Brief an BERTHOLET, in den Ann. der Chemie. N. 166. Vendem. 14. T. 56. p. 15—23; übers. in GEHLENS A. J. d. Chem, VI. 166—172. v. HUMBOLDT sah den *Gymnot.* die fürchterlichsten Commotionen erregen, ohne alle äussere Bewegung mit den Augen, Kopf oder Flossen; während der Krampfrochen

jedesmal eine convulsifische Bewegung der Brustflossen zeigte. Die Grösse der Schläge richtete sich nach der Grösse der Berührungsflächen, welche die Person dem Fische darbot. Beide Fische können eine lange Zeit hindurch fortwährend starke Schläge ertheilen, es geschieht aber beim Krampfrochen nicht bei jeder Berührung, sondern hängt, wie überhaupt von der Willkür des Thieres ab.

- b) Die Empfindung weicht nach v. H. von derjenigen des Schläges einer Leidner Flasche sehr ab. Nach CONFIGLIACHI (GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. IV. 654.) ist sie verschieden, wenn man durch Berührung des unteren und oberen Theiles einen Bogen bildet: je nachdem man an dem Rücken (dem positiven Pole) oder an dem Bauche (dem negativen Pole) des Fisches schließt.
- c) Man empfindet den Schlag schon bei Berührung einer einzigen Fläche des electr. Organs, mit einem Finger; eben so, wenn man auf beide entgegengesetzte Flächen, beide Hände zugleich legt; gleichgültig ob man isolirt war oder nicht.
- d) Berührt man aber eine isol. Person den K. Rothen mit einem Finger, so muß diese Berührung (nach v. H.) unmitteibar Statt finden; jede Zwischenlage, sey sie ein Isolator oder ein Leiter, hindert den Schlag Eben so bekommt man keine Commotion, wenn man den Fisch auf einer Metallplatte liegend, ohne ihn selbst zu berühren hält, selbst wenn er durch eine andere Person aufs heftigste gereizt wird; und derselbe Fall tritt ein, wenn man den Fisch zwischen

zwei, mit ihren Rändern sich berührenden Metallplatten hält; berühren sich hingegen die Ränder der Platten nicht, d. h. ist die Kette nicht geschlossen, so erhält die Person, welche beide Hände zugleich auf beide Platten legt, eine heftige Commotion.

- e) Schlossen mehrere eine Reihe bildende Personen auf solche und ähnliche Weise die Kette, so empfanden sie erst dann den Schlag, als sie ihre Hände genäfst hatten. Auch bekommen zwei Personen, welche mit der rechten Hand den Fisch halten, den Schlag, wenn sie, statt die Ketten durch unmittelbare gegenseitige Berührung ihrer linken Hände zu schliessen, jede mit einer Metallspitze in einen isolirt liegenden Wassertropfen tauchen; hingegen nichts, wenn sie statt des Tropfens die Spitze in eine Flamme halten, und im letzteren Fall nur dann, wenn beide Spitzen sich unmittelbar berühren.
- f) CONFIGLIACHI bemerkte bei der Schliessung einen Lichtschein (Vergl. S. 510). WALSH und INGENHOUS (des letzteren vermischte Schriften v. MOLITOR. 2te Aufl. Wien 1784. I. 30. 31.) FAHLBERG (v. CRELLS Ann. 1802. II. 80.) BAYON (Journ. de Phys. 1776. Octob.) GUISSAN (Rapport de la Société philomatique. 120. 121.) sahen bei der Entladung des Gymnot.-Funken, und dasselbe, so wie auch deutliches Knistern bemerkte GARDINI an einem alten K. Rochen (G. de electrici ignis natura. Mantua 1792. §. 71. a. d. latein. des D. J. MAYER übers. v. J. G. GEISSLER. Dresden 1793. 8. S. 114).

g) v. HUMBOLDT und CONFIGLIACHI bemühten sich vergeblich, selbst mit Hülfe des VOLTAISCHEN Condensators die mindeste electr. Spannung merkbar zu machen; jedoch wollen WALSH (Journ. de Phys. Octob. 1776. 334.) BONNEFOY (in KÜHNS Gesch. d. medic. Electr. II. 40.) und BERTHOLON (in s. de l'Electr. du corps humain etc. à Paris 1786. 8. I. 173 u. 174) dergleichen wahrgenommen haben. Vorschläge zu Versuchen der Art so wie zu mehreren anderen hieher gehörigen, haben neuerlichst VOLTA und RITTER gethan; vergl. GEHLENS a. a. O. S. 622 etc.

9) Man vergl. noch folgende hieher gehörende Schriften, BROUSSONET über den im Nil und andern afrikanischen Strömen wohnenden Silurus electr. — ROZIERS observat. sur la physique. Août 1785. PATERSON üb. den von ihm bei der Insel St. Juan, zwischen der Küste Zanguebar und der Insel Madagascar entdeckte electr. Stachelbauch: Phil. Transact. LXXVI. II. N. 29. — Ferner WALSH on de electric property of the torpedo, ebendas. LXIII. p. 461 u. J. HUNTER anat. observat. on the torpedo, ebend. p. 481 u. desselb. on account of the gymnotus electricus; ebend. LXV. II. N. 39 p. 395. Vergl. Anatomie der electr. Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses von E. GEOFFROY in den Annales du museum national d'hist. nat. I. N. 5. übers. in GILBERTS Ann. XIV. 4. S. 397. RITTERS Beitr. I. St. 3 u. 4. S. 241. 242. II. St. 3 u. 4. S. 248. 240.

10) Schon früher wurde der Galvanismus auch auf Pflanzen angewendet; aber die Versuche von SCHMUCK, IBERTI, FOWLER, v. HUMBOLDT, RAFN, TREVIRANUS, und die früheren von GIULIO, mit der

einfachen Kette; so wie diejenigen von COMUS, CREVE u. a. über die angebliche grössere Reizung durch Leiter als durch Isolatoren, welche vorzüglich mit sogenannten empfindlichen Pflanzen angestellt wurden, lieferten keine entscheidenden Resultate. Neuerlichst haben indess GUIOLO und RITTER vollständigere Versuche der Art, mit verschiedenen Mimosen und anderen, mechanisch oder auch durch Licht und Wärme sehr reizbaren Gewächsen Versuche angestellt, welche auf galvanische Reizbarkeit schliessen zu lassen scheinen. Vergl. GUIOLO: Wirk. des galv. Fluidums auf Pflanzen; aus DELAMETHERIE'S Journ. de Phys. T. LVII. p. 460—464 übers. in GEHLENS Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. VI. 451—456. RITTERS Bemerk. über Pflanzenerregbarkeit im Allgemeinen und Besonderen. Ebend. S. 456, woselbst sich auch eine ziemlich vollständige Literatur dieses Gegenstandes findet. So eben schreibt mir RITTER: ich bin erst ganz kürzlich mit einer sehr langen Arbeit fertig geworden, über Pflanzenreizbarkeit. Es sind eine grosse Menge electr. Versuche, die alles wieder geben, was der Galvanismus bei Fröschen über thierische Erregbarkeit lehrte. Zu keinem einzigen Falle hatte ich die Säule nöthig. Alles bewirkte ich mit Maschinenelectr., und selbst die Trennungsbewegungen und die entgegengesetzte Erregbarkeits Modificationen etc. — Versuche, die sich auf blosser Modificationen des Lebens und Wachstums der Pflanzen durch Galvanismus beziehen, haben TREVIRANUS mit der einfachen Kette (PFAFF und SCHEELS Nord. Archiv. I. 240—305 u. GILBERTS Annal. VII. 281—294.), v. ARNIM (ebend. VIII. 265—268.) u. NICHOLSON (ebend. XII. 487.) angestellt; und REINHOLD (ebend. X. 456—460.)

hat verschiedene Beob. über die chemischen Veränderungen lebender Pflanzentheile durch Galvanismus gemacht, die indess wie die obigen Vers. noch weiter verfolgt werden müssen, um zu bestimmten Resultaten zu führen. Man vergl. übrigens noch TROMMENDORFFS *Gesch. d. Galvanism* S. 88. 89. 239—241. — Einer näheren Aufmerksamkeit werth sind auch die zum Theil schon älteren Beob., über die Wirksamkeit eines Metalles (z. B. Quecksilber im flüssigen Zustande) auf verschiedene Gewächse, wenn sie sich in seiner Nähe befinden.

11) J. Ch. REIL. *Archiv f. die Physiologie* Halle 1796. 8. J. F. ACKERMANN'S *Vers. üb. die Lebenskräfte organischer Körper etc. Nebst Nachträgen*. I. II. Frankf. a. M. 1797 u. Jena 1805. 8. — G. R. TREVIRANUS *Biologie*. B. 1—3. Göttingen 1802. Ch. L. DUMAS *Principes de Physiologie*. Tom. 1—4. Paris VIII. 4. J. DÖLLINGER, *Grundriß der Naturlehre des menschl. Organismus*. Bamb. u. Würzb. 1805. H. F. AUTHENRIETH *Handb. d. empirischen menschl. Physiologie*. 1—5r Th. Tübingen 1801. 8. P. F. WALTHER, *Physiologie des Menschen etc.* I. II. Landshut 1807. 1808. 8. C. SCHELLING *de Idea vitae, hujusque formis praecipuis*, *Dissertat.* Tübing. 1805. 8. A. GALVANI'S *Abhandl. vergl.* S. 462 dies. *Grundr.* — Verschiedene Briefe u. Schriften von: VOLTA, EUSEB. VALLI, v. HUMBOLDT, CREVE, GREN, MICHAELI'S, REIL u. a. in GRENS *Journ. d. Phys.* VI. VII. VIII. u. in dessen *N. Journ. d. Phys.* II. III. IV. — A. VOLTA'S *Schriften üb. die thierische Electricität*, aus d. Ital. von J. MAYER. Prag 1795. 8. Dessen neue *Abh. üb. d. thier. Electr.* auch übers. von MAYER. *Ebend.* 1796. 8. E. J. SCHMUCKS *Beitr.*

zur näheren Kenntniß d. thier. Electr. Mannheim 1792. 8. C. C. CREVE's Beitr. zu galvan. Vers. etc. Frankf. a. M. 1793. 8. C. H. PFAFF diss. de electricitate animali. Stuttg. 1793. übers. in GRENS Journ. VIII. 196. Dessen üb. thierische Electr. u. Raizbarkeit. Götting. 1794. 8. Jo. ALDINI de animali electricitate diss. duae. Bonon. 1793. 4. v. HUMROLDTS oft erwähntes Werk: über die gereizte Faser. SCHELLINGS Zeitschr. u. N. Zeitschr. für specul. Physik, RITTERS Beitr. u. dessen Elect. System d. Körp. — GUIOLO's Vers. an Enthaupteten in GILBERTS Ann. XI. 223. — J. F. ACKERMANN de combustionis lentae phoenomenis, quae vitam organicam constituunt. Jenae 1805. 4. — F. L. AUGUSTIN vom Galvanismus u. dessen medic. Anwendung. Berlin 1801. 8. C. J. C. GRAPENGIESSER Versuch den Galvan. zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801. 8.

c) *Von den Wirkungen zusammengesetzter Ketten; oder von der VOLTA'schen Säule.*

§. 121.

VOLTA bewies zuerst durch entscheidende Versuche die Möglichkeit, die Erregungs- und Leitungsverhältnisse mehrerer einfacher Ketten, durch Auf-einander- oder An-einander-Schichtung so zu vereinigen, daß die electrisch-chemische Polwirkung aller aneinander gereihten Ketten, von einem Indifferenzpuncte ausgehend, sich nach den Enden zu verstärkte, und hier in

den äussersten Gliedern (den Erregungen des Magnetismus gewöhnlicher Magnete ähnlich, vergl. §. 99. N. 5.) zum Maximo gelange; weshalb man auch diese Enden die Pole, und die ganze Vorrichtung (welche VOLTA selbst Electrometer nennt) ihrem Erfinder zu Ehren, VOLTA'sche Säule (oder VOLTA'sche Batterie, GALVANI'sche Säule etc.) genannt hat.

1) Unter VOLTA'sche Säule versteht man jeden im Wesentlichen der bezeichneten Vorrichtung ähnlichen Apparat, auch wenn er keinesweges die Form einer Säule hat. Die Pole der Säule werden entweder nach ihren metallischen Endgliedern, oder nach ihren Electricitäten, oder nach ihren Wirkungen auf das Wasser benannt. Daher nennt man das mit Zink sich schliessende Ende, den Zinkpol, + E Pol oder Oxygenpol; das mit Silber (oder Kupfer) sich schliessende Ende hingegen, den Silberpol, — E Pol oder Hydrogenpol.

2) Die erste Nachricht von dieser Erfindung, mit der eine neue Periode in den Arbeiten der experimentirenden Physiker begann, theilte VOLTA dem Präsidenten der Königl. Societät in London, JOSEPH BANKS, in einem vom 20. März 1800 datirten Briefe mit (Phil. Transact. for the Year 1800. B. II. N. 17. p. 403 übers. in TROMMSDORFFS chem. Bibliothek d. neunzehnt. Jahrh. I. 2. S. 1. Beschreib. des neuen electr. od. galv. Apparats ALEXANDER VOLTA's von WILL. NICHOLSON, in dessen Journ. of natural philos. IV. 179. übers. in GILBERTS Annal. VI. 3. S. 340. J. W. RITTERS Beschreib. von VOLTA's galvan.

Batterie etc., in VOLTAs Magaz. II. 2. 556.); und in Deutschland wurde sie durch MAYER und VOLT her erst bekannt.

3) Die gewöhnliche VOLTA'sche Säule besteht aus mehreren über einander geschichteten einfachen Ketten, deren jede zwei feste Leiter (gewöhnlich zwei heterogene Metalle) und einen feuchten Leiter hat. Je wirksamer die einfachen Ketten für sich schon sind, um so stärker fällt auch die Säule aus. Daher sind auch diejenigen feuchten Leiter, welche auf eines der Metalle am besten wirken, am vorzüglichsten zu starker Säulenwirkung geschickt. Nach DAVY (GILBERTS Annal. B. VIII. S. 311) wirkt Salpetersäure und oxydirte Salzsäure als Leiter zweiter Klasse am besten; diesen folgen diejenigen Metallauflösungen in Säuren, die sehr Oxygen reich sind, dann Salzsäure, Schwefelsäure, und die aus der Verbindung dieser Säuren, der Salpetersäure und den Alkalien entstandenen Salze; (— wobei es bemerkenswerth ist, dafs nach RITTER eine halbgesättigte Kochsalzlösung in Wasser stärker wirkt, als eine vollkommen gesättigte und dafs sehr constant in der Wirkung ist eine Mischung von Kochsalzlösung, Lakmusabsud und Ochsen-galle. Sehr schwach wirken Wasser und alkal. Lauge; letztere nur bei der ersten Berührung. Die Action in der Säule hat daher, wie in der einfachen Kette, auch in dem Verhältnifs der Energie statt, mit welcher der feuchte Leiter, auf einen der Leiter erster Klasse, ausser der Kette schon wirkt. Sehr wirksam sind Säulen, deren Metallplatten aus Zink und Silber, nach VOLTA, oder Zink und Reisblei, nach BLUMENBACH und MARECHAUX, oder mit Kohle nach DAVY, oder auch aus Zink und

(20)

Kupfer (der Wohlfeilheit und Dauerbarkeit des Kupfers wegen die gebräuchlichsten) bestehen, während Eisen und Zinn weit schwächere Wirkungen äußern, vergl. S. 116 u. 113.; und nach HALDANE (GILBERTS Ann. B. VII. S. 193—202.) und anderen, bilden die Metalle in Rücksicht ihrer Wirksamkeit folgende Reihe:

Zink und Platin.	ferner:
Zink — Merkur.	Eisen und Platin.
Zink — Gold.	Eisen — Merkur.
Zink — Silber.	Eisen — Gold.
Zink — Eisen.	Eisen — Silber.
Zink — Kupfer.	Eisen — Kupfer.
Zink — Blei.	Eisen — Blei.
Zink — Zinn.	Eisen mit Zinn.

Blei mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Quecksilber giebt nur sehr geringe Action; Zinn mit denselben Metallen noch schwächere, Kupfer mit Gold und Quecksilber fast gar keine, aber wohl mit Silber; Silber und Gold bleiben ohne Wirkung. Nach DAVY stehen sie in folgender Ordnung:

- 1) Galv. Ketten aus 2 Leitern der ersten Klasse, und 1 Leiter der zweiten bestehend.

Zink mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen, Quecksilber; und Wasser, welches eine geringe Menge einer mineralischen Säure enthält.

Eisen mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn; und Wasser eben so wie bei den vorigen.

Zinn mit Gold, Silber, Kohle; und eben so.

Blei mit Gold oder Silber; und wie oben.

Eine der obig. metall. Verbind. und gemeines (besonders sauerstoffhaltiges) Wasser.

Kupfer mit Gold oder Silber, und eine wässr. Lösung von salpetersaurem Silber und Quecksilber; oder Salpetersäure, oder Essigsäure.

Silber mit Gold und Salpetersäure.

2) Galv. Ketten, aus 2 Leitern der zweiten Klasse und 1 Leiter der ersten Kl. bestehend.

Kohle oder	mit Wasser oder mit	und einer wässr.
Kupfer —	einer wässr. Lösung	Lösung von salp.
Silber —	hydrothionsaurer Al-	Salzsäure oder
Blei —	kalien, die blofs auf	oxyd. Salzs. etc.
Zinn —	die ersten durch Me-	welche a. alle die
Eisen —	talle zu wirken im	Metalle zu wirk.
Zink —	Stande ist. —	im Stande ist.

So wie man nämlich einfache galv. Ketten aus zwei feuchten und einem festen Leiter der ersten Klasse zusammensetzen kann (vergl. oben) auf ähnliche Art läßt sich dieses auch bei vervielfachten Ketten oder Säulen anwenden, nur sind die Wirkungen nicht sehr bedeutend. Es scheint dabei das Metall den Werth zweier aufeinander liegender Metalle zu erhalten, von denen das eine durch die starke Aufforderung der nicht so oxydirbaren Flüssigkeit berührt, und zugleich die Affinität des ersteren (oder der ersten Seite) zum Sauerstoff erhöht; vergl. §. 119. Uebrigens dienen die Flüssigkeiten in der Säule und Kette auch noch dazu, eine Substanz abzugeben, die von geringerer Leitungsfähigkeit ist, als wie die festen Leiter, wodurch die electr. Spannung von Plattenpaar zu Plattenpaar wächst. Nach MARECHAUX soll diese Spannung der Säule nach Verhältniß des electr. Luftstandes zu- und abnehmen, und die Wirkung der Säule soll bei feuchter Luft stärker seyn, als bei

trockner; eine, mit meinen eignen bisherigen Beobachtungen in Widerspruch stehende Bemerkung. Nach NAUCHE, GRAPERON und BAGET soll die galv. Action erhöht werden; in der Wärme, Flamme, in dem sauerstoff- und kohlenurem Gase. In Terpentinöl bleibt die Säule lange wirkend. Nach ERDMANN ist die Flamme schwach leitend, und der Rauch pflanzt die Wirkung nicht fort. Dasselbe findet auch im Wasserstoffgase und im luftleeren Raume statt. Vergl. dessen Beob. üb. die Fähigkeit der Flamme, Knochen, und des luftleeren Raums, die Wirk. der VOLTA'schen Säule zu leiten. GILBERTS Annal. XI. 2. Nach PFAFF leitet hingegen glühendes Glas. Ebend. VII. 250.

4) Hört der chemische Proceß auf, so ist auch die galv. Wirkung der Säule als solche beendet — ein Fall der oftmal eintritt, wenn noch Flüssigkeit vorhanden ist, die aber von dem bereits oxydirten Metalle nicht mehr zum thätigen Miteingreifen bestimmt werden kann. — Wie geringe indess das Feuchtigkeitsquantum zu seyn braucht, um geringe Actionen in der Säule einzuleiten, bezeugen MARECHAUXS Versuche (GILB. Ann. XXII. 313. 318.), dessen Electrometer bei einer Säule von Zink, Kupfer und Makalaturpapier electr. Spannung nachwies, wo also nur das hygroskopische Wasser des Papiers wirken konnte. DYKHOFFS (VOIGTS Magaz. IV. 6. S. 791) Säule, aus heterogen. Metallen und trocknen Luftschichten, welche letztere durch zwischen liegende Glasstreifen bewirkt und bei feuchter Luft ganz unwirksam waren, wirkten bloß auf das Electrometer, und waren den einfachen Ketten (vergl. §. 114.) ähnlich. Auch gehören hieher die von G. B. BEHREND'S (GILB. Ann.

XXIII. 5.) zusammengesetzten Säulen aus Zink, Kupfer und warmen Feuerstein, oder statt des letzteren Goldpapier. (Wurde das Goldpapier mit Salzwasser getränkt und wieder getrocknet, so sollen die damit gebauten Säulen so stark gewirkt haben, als eine Säule aus eben so viel Plattenpaaren und Wasser.) Und endlich auch die von HATCHETT und DESORMES dargestellten Säulen, wo Wachstuch, Papier, Leder etc. (Stoffe die mehr oder minder hygroskopisch wirken) die Stelle des Wassers vertrat; vergl. *Intell. Bl. der A. L. Z.* 1802. N. 168. RITTER ebend. N. 195. ERMANN in GILBERTS *Annal.* XXV. 7.

5) Flüssige Leiter welche die Metalle stark angreifen, werden aus diesem Grunde nur selten und nur bei kleinen Säulen angewendet, weil sie durch den zu starken Angriff gegen die Metalle, diese in kurzer Zeit ihres rein metallischen Zustandes berauben, und so zur fernern Proceßeingreifung unwirksam machen. — Hat bei einer mit Salmiaklösung errichteten Säule (deren Wirkung man dadurch verlängern kann, daß man die Zahl der mit der Lösung genälsten Tuch- oder Pappscheiben bis auf einen gewissen Punct z. B. 8—10 vermehrt) die Action schon aufgehört, so kann man auf eine kurze Zeit dieselbe wieder wirksam machen, wenn man sie schnell auseinander nimmt und umbaut, so daß die ehemalige Kupferseite zur Zinkseite wird; weil dann aufs neue Fortsetzung der chemischen Einwirkung durch Zerlegung des vorher entstandenen salzsauren Zinks möglich wird.

6) Um den flüssigen Leiter schichtweise zu halten, dienen gewöhnlich Tuch-, Leder- oder Filz- am besten Pappscheiben, die zuvor damit getränkt und mässig stark ausgedrückt wurden. Nach LÜDICKE

(GILBERTS Ann. IX. 119.) sollen Holzscheiben in Salzwasser bis zum Untersinken gekocht, noch bessere Wirkung leisten. Diese feuchten Schichten müssen so gelegt werden, daß die ganze ihnen zugewendete Seite des Metalls befeuchtet wird; und dürfen nur zwischen je zwei einzelnen Plattenpaaren, aber nicht zwischen je zwei einzelnen Metallen Statt finden. Daher muß man verhüten, daß die Flüssigkeit über die Ränder der Metallplatten fließt, und eben so wenig die Glas- oder Holzstäbe des Säulengerüsts berühre. Ueber den von GILBERT deshalb gemachten Vorschlag, vergl. dessen Ann. VII. 183. WOLFFS Einrichtung ebendas. VIII. 502. RITTERS vortheilhafter Vorschlag, die Zinkplatten mit erhabenen Rändern gessen zu lassen; ebend. VII. 574. Zum Scheuern der Platten bedient man sich mit Vortheil eines, mit mehreren runden Löchern versehenen Bretes, worin die Platten gelegt werden, und Essig und Sand, oder diluirte Schwefelsäure.

7) Ausser den aufrecht stehenden Säulen, hat man noch verschiedene andere galvan. Apparate der Art vorgeschlagen und auch wirklich angewendet. PARROT (VOIGTS Magaz. IV. 76.) und GRINDEL ertheilten ihren Säulen eine horizontalen Lage, wodurch das Verlaufen der Feuchtigkeit über die Metalle verhütet, aber das Austrocknen derselben schneller herbeigeführt wird. HEIDEMANN (vergl. dessen Vollständige, auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie der. galv. Electricität. Für Aerzte, Chemiker u. Freunde d. Naturkunde. I. B. 1806. 8.) PIEPENBRING und SCHAUB lötheten ihre Zink- und Kupferplatten, mit den gegenseitigen breiten Flächen zusammen, welches den Vortheil der vorigen Lage

gewährt, beim Scheuern der Platten aber, und bei genauen electr. Versuchen (durch das Löthungsmetall) einige Hindernisse in den Weg legt. — VOLTA errichtete einen Becherapparat (Becherkreis, Corona di tazze) indem er eine Reihe Gläser mit warmen Wasser oder Salzlösung füllte, und auf ein jedes Glas eine Silberplatte und eine Zinkplatte legte, welche verlängerte Streifen haben, die mit Häckchen versehen sind, und sich nicht berühren dürfen. Mittelst der Häckchen werden die Zink und Silberplatten je zweier Gläser, und so fort, zu einer Batterie vereint; GILBERTS Ann. VI. 345. — CRUIKSHANK erbaute eine andere Vorrichtung, den sogenannten Trogapparat, dieser besteht aus einem langen hölzernen Troge (dessen Holz zuvor im Backofen gedörrt worden) von 1,7 Zoll Tiefe und 1,5 Zoll Breite, in dessen Längswände Falzen von der Breite angebracht sind, daß zwei auf einander gelöthete Platten, von Silber und Zink, von denen jede 1,6 Quadratzoll Oberfläche hat, sich hineinschieben lassen und genau darin passen. Die Platten werden mit Harz und Wachsmasse dicht an den Trog gekittet, so daß von einem Zwischenraum zum andern kein Tropfen Flüssigkeit gelangen kann; weil dadurch die Wirkung gehindert wird, welches auch statt findet, wenn die Platten ohne Kitt zusammengesetzt werden. In einem Troge von 26 Zoll Länge gehen 60 solcher Platten, und der Apparat bleibt mehrere Monate wirksam. Kittet man nach GILBERT, zwischen dem hölzernen Gestelle Spiegelplatten ein, so wird die Wirksamkeit desselben erhöht. GILBERT a. a. O. VII. 99. VIII. 135. IX. 353. 1. CUTBERSON in London bediente sich zu seinen Versuchen zweier Trogapparate der Art,

jeder von 30 Plattenpaaren, die 6 Zoll ins Gevierte hatten. Beide Apparate wurden der Breite nach verbunden, und zeigten unter andern folgende Wirkungen: ein Stück Kohle glühte und verbrannte in der Länge eines Zolls. Ein Eisendrath $\frac{1}{40}$ Zoll dick, schmolz zu einer Kugel von $\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser; ein Platindrath von $\frac{1}{100}$ Zoll Dicke schmolz zu einer Kugel, die $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser hatte. Messingdrath von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke kam bei einer Länge von 16 Zoll zum Glühen. Derselbe Drath bei 12 Zoll Länge brannte und schmolz zu einer Kugel. (Vergl. GILBERTS Ann. B. XXIII. St. III. S. 263) — Ferner gehören hieher noch PEPY's Trogapparat. VOIGTS Mag. B. VII. St. IV. S. 146. ERDMANN'S Kapselapparat; GILBERT a. a. O. XII. 458, der horizontale Cylinderapparat von ALLIZEAU; BREMSERS Apparat, wo beide Pole an einem Ende vorkommen, GILBERT a. a. O. XII. 454. STRUVE'S Kegelpplattenapparat, OERSTEDTS Röhrenapparat, VOIGTS Mag. VII. 412. u. m. a. verglichen. IZARN. Manuel du Galvanisme etc. Paris 1803. 8. — u. TROMMSDORFFS Geschichte des Galv. S. 100 §. 41. Auf ähnliche Weise wie bei CRUIKSHANKS Trogapparat, berührt der flüssige Leiter die Metalle ohne Haltungsmittel beim Cylinderapparat des Prof. HAUFF in Marburg, wo, statt der Pappscheiben u. dgl. gläserne Cylinder angebracht sind, die an beiden Endöffnungen mit den Platten (Zink an dem einen, Kupfer oder Silber an dem andern) fest zusammenhängen, und wo das Wasser in ein oben befindliches Loch gegossen wird. Vergl. ejusd. De nova methodo, naturam ac legem phaenomenorum electricorum, qua a Galvano cognomen fortitia sunt, investigandi, Commentatio prima. Marburg 1803. 4.

p. 19. Diese Vorrichtung hat jedoch den Erwartungen der Physiker nicht entsprochen. -- WILKINSON'S verbess. Trogapparat (vergl. GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 340—342.) von parallelepipedischer Form und gewöhnlichen Durchmesser, wo aber die Wände welche die Zellen bilden, nicht von Metall sondern von Holz sind, ohngefähr einen halben Zoll von einander abstehen, und mit Kitt oder Firnis überzogen sind. Die gleichgrossen Kupfer- und Zinkplatten haben etwas geringere Breite, als die Zellen, in welche sie eingetaucht werden sollen; jedes Plattenpaar ist mit den Enden eines Metallbogens zusammengelöthet, der beide Platten so weit von einander abstehen läßt, daß sie stets in zwei anstossende Zellen gehörig passen. Oben auf der Biegung jedes Bogens der Art ist ein Ring befestigt, dessen Ebene die des Bogens und des Troges durchschneidet. Sämmtliche Ringe stehen, nach gehöriger Einrichtung des Apparats in einer Linie, und mittelst eines eisernen Stabes, den man durch die ganze Reihe durchsteckt, zieht man alle Platten auf einem Mahle heraus. Der Vortheil dieser Vorrichtung, besteht vorzüglich in der leichteren Reinigung der Platten, und in der besseren Benutzung des Metalls zur galv. Erregung, als wie dieses bei ähnlichen App. der Fall ist. Von sehr guter Wirkung soll auch RITTERS Schlüssel- und dessen neuerer Trogapparat seyn; vergl. a. a. O. V. 303. 304. u. VII. 342 etc. Rück-sichtlich des ersteren vergl. man auch: SCHWEIGERS Vorschlag, a. a. O. V. 146 etc. GÖTTLINGS Vorschlag anstatt Zink und Kupfer, verzinktes Eisen und Blei anzuwenden; vergl. Intell. Bl. d. Jenaischen Allg. Lit. Zeit. 1808. N. 10.

8) Bei Trogapparaten sind die Platten viereckig; bei stehenden oder liegenden Säulen zweckmässiger rund, oder des bequemeren Aufbauens und Auseinanderlegens wegen: die Zinkplatten rund, die Kupferplatten viereckig. Auch ist es eher vortheilhaft als nachtheilig, wenn die Kupfer- oder Silberplatten grösser sind als die Zinkplatten, vergl. §. 116. N. 3. Um zu verhüten, dafs bei einer zu grossen Schichtungszahl, die unteren Pappscheiben nicht zu stark gedrückt werden (wodurch der flüssige Leiter ausgepreßt und zum Ueberfliessen gebracht würde), theilt man die zu grosse Menge der Schichtungen in mehrere kleine Säulen, von etwa 50—60 Lagen, und verbindet diese einzelnen Säulen mittelst Dräthen. Geschieht dieses in der Weise, dafs die Ordnung der zweiten Säule die umgekehrte der ersteren ist, und z. B. die Wasserschicht der ersten Säule mit der Zinkplatte der zweiten verbunden wird; so sind alle kleinere Säulen zusammen genommen als eine grosse zu betrachten, deren Lagenzahl derjenigen der zuvor einzelnen Säulen zusammen genommen gleich ist. Vier Säulen jede zu 50 Lagen, bilden dann also eine Säule zu 200 Lagen. Verbindet man hingegen mehrere neben einander liegende oder stehende Säulen so, dafs sämtliche Zinkpole durch einen horizontal laufenden Drath, und sämtliche Silberpole durch einen ähnlichen Drath jede unter-sich verkettet sind, so ähneln diese verbundenen Säulen einer Säule von nicht mehr Lagenzahl als die höchste unter ihnen hatte, aber von einer Plattengrösse, die den vereinten Quadratflächen sämtlicher verbundener Zinkpolplatten (oder Silberpolplatten) gleich ist. Die kleinplattign Säulen werden also durch diese Verbindungs-

weise zu Aequivalenten großplattiger Säulen. Je mehr die Quadratfläche der Platten zunimmt, um so mehr wächst, bei übrigens gleichen Umständen, das Vermögen der Säule: electriche Funken zu erzeugen, während die anderen Wirkungen derselben dadurch wenig geändert werden. Vergl. P. L. SIMONS Vers. in GILBERTS Ann. IX. 595. M. van MARUMS Beob. ebend. X. 131. HUMPHRY DAVY'S Vers. ebend. XII. 383. u. RITTERS Vers. ebend. XIX. 21. Nach RITTERS Vers. und Berechnungen giebt es für jede gegebene Breite der Säule, eine bestimmte Lagenzahl, mit deren Ueberschreitung die Action wieder abnimmt. Umgekehrt soll es aber ein Verhältniß der Lagenzahl zur Breite geben, dem zufolge sich die Action der Säule ins Unendliche fortsetzen läßt. Es geht dieses Verhältniß aus einer Verrechnung von jedesmaliger Spannung und Leitung sehr einfach hervor, bestätigt durch alle von ihr abgeleiteten Angaben; jedoch für jede andere Flüssigkeit, mit der die Säule gebaut ist, für jede zwei andre Metalle, aus denen die einzelne Lage besteht, und für jede andere beabsichtigte Wirkung verschieden. Nach R.'s Berechnung lassen sich Säulen erbauen, die in Hinsicht der Wirkungsstärke den Blitz des Gewitters weit hinter sich zurück lassen, deren Funken Eisenstangen von bedeutendem Durchmesser und Länge schmelzen; so wie sich überhaupt wohl sehr interessante Resultate ergeben würden, wenn man nach R. mit Säulen operirte, deren Kraft und Schlagweite stark genug wäre, um durch den eigenen Funken geschlossen zu seyn. Vergl. RITTER in GEHLENS Journ. für Chem. Phys. u. Mineral. VII. 342—364.

9) Um das Wasser zwischen den heterogenen Metallplatten eines Paares zu entfernen, und zur Vermehrung der Wirksamkeit überhaupt, ist es nützlich die Platten vor dem Bauen zu erwärmen. Ueberhaupt trägt es — besonders bei kleinen Säulen — zur Wirksamkeit sehr bei, wenn alles was zur Haltung der Lagen dient, möglichst isolirt. — Mehrere mit den gleichnamigen Polen, auf oben angegebene Weise, zum Werthe einer großplattigen, verbundenen Säulen (worüber man noch vergl. kann: KASTNERS Materialien I. 189 in der Note, RITTER in VOIGTS Mag. IV. 594 u. KORTUM ebendas. III. 657), nennt man zum Theile auch eine galv. Batterie, analog der electr. Batterie, welche Benennung aber eigentlich schon jeder Säule gebührt.

10) Die Richtung der beiden Pole der Säulen, wird durch die Lage des Z (Zink) und S (Silber, Kupfer etc.) jedes sich unmittelbar berührenden Plattenpaares, in jeder einfachen Kette (die überhaupt mit ZSW bezeichnet, als das Element der Säule betrachtet wird) bestimmt; vorausgesetzt wenn alle Plattenpaare die gleiche Lage haben. Dort, wohin in jedem Elemente das Z liegt, ist der + E Pol gegeben, und in der Regel nach S zu der — E Pol; jedoch will RITTER Säulen untersucht haben, welche an beiden Polen + E zeigten, nur mit dem Unterschiede, daß das + E des einen Pols stärker als das des anderen war. Vergl. §. 113. N. 5. Baut man eine Säule abwechselnder Lagen z. B. ZSW, SZW, ZSW, SZW etc. so ist die Säule ohne Polarität, indem die Wirkungen der Elemente sich gegenseitig aufheben. Eben so wird die Polarität im Verhältniß der Zahl verkehrter Schichtungen geschwächt, wenn mehrere Schichtungen gegen

die anderen in umgekehrter Lage liegen. Wird eine Säule z. B. in folgender Ordnung gebaut: SZW, ZSW, ZSW etc., das Z Ende aber mit einer Kette aus SZW, und das S Ende mit einer gleichen Kette aus SZWZ geschlossen, so finden sich die Pole der vorigen Säule verwechselt. Hingegen ist es an beiden Polen gleichgültig, ob eine S oder Z Platte die letzte sey. Hat z. B. eine Säule aus ZSW, ZSW etc. am Z Ende noch eine oder mehrere S Platten so verhalten sich diese nur blofs leitend, ohne die Polarität zu ändern; eben so beim S Pol. Ob der S oder Z Pol unten oder oben liegt, ist übrigens vollkommen gleichgültig. — Vergl. C. W. BÖCKMANNS und v. ARNIMS Meinung, daß SWZ oder ZWS das Element der Säule sey, und mithin die Polnamen umgekehrt werden müßten; in GILBERTS ANN. VIII. 139. und ebend. 164. IX. 494 Berichtigung dieser Meinung durch RITTERS und REINHOLDS umfassende Untersuchungen, denen zufolge das oben erwähnte Element: ZSW, oder SZW das wahre ist; GILBERT a. a. O. IX. 212. X. 301. 335. VOLTA'S bestätigendes Urtheil: ebend. XV. 89. und die Grundzüge von dessen Theorie der Säule, dargestellt von C. H. PFAFF ebend. X. 256. nebst Bemerk. von GILBERT S. 239. — SCHWEIGGERS Darstellung wirksamer Säulen, bei denen in einem in Zellen abgetheilten und mit Glasplatten ausgelegten Trog, jede Zinkplatte auf beiden Seiten mittelst eines Drathes mit Kupferplatten in Berührung gebracht war, so daß nachstehende Folge entstand: K Z K W K Z K W K Z K etc. ebend. XXII. 407. Anders zeigte sich wieder die Folge K Z K W Z K Z W Z K Z, ebendas. XXIII. 114. S's fernere Bemerkungen hierüber, nebst RITTERS Urtheil,

in GEHLENS Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. VII.
537—579.

§. 122.

XXXVI. Vers. In eine auf Glassäulen ruhende, mit Siegellack überzogene (am besten hölzerne) Unterlage, befestige man drei oder vier etwa 24" lange, starke, ebenfalls mit Siegellack überzogene Glasstäbe oder Glasröhren; alle senkrecht stehend, so weit von einander entfernt, daß die anzuwendenden Platten, zwischen ihnen Platz haben, und zur besseren Befestigung (so wie auch, um die Schichtungen von oben herab mittelst einer Schraube oder auf andere Weise pressen zu können) oben mit einer passenden, die einzelnen Stäbe gehörig aus einander haltenden Kappe versehen sind. Auf die Unterlage, innerhalb der Glasstäbe, lege man eine trockne, dicke Glasplatte, und auf diese nach und nach die schon zuvor bereit gelegten Schichtungen von mässig warmen, möchlichst blanken Silber- oder Kupferplatten, darauf liegenden mässig warmen und blanken Zinkplatten und darauf liegenden mit Wasser getränkten, mässig ausgedrückten Pappscheiben; so daß die Silberplatte der folgenden Schicht, die Pappscheibe der vorhergehenden berührt, und schliesse endlich mit einem blossen Silberzinkpaare. Man drücke jetzt mit zweien auf die letzte Zinkplatte geleg-

ten Fingern, sämtliche Lagen gelinde, und halte sie, am besten mittelst einer durch die Kappe der Glasstäbe gehende Schraube, in dieser geprefsten Lage, während aller mit dieser VOLTAISCHEN Säule anzustellenden Versuche. — Auf gleiche Weise baue man eine zweite Säule, wähle aber anstatt des Wassers zur Anfeuchtung der Pappen; in Wasser gelöstes Kochsalz oder Salmiak, oder zu den meisten Versuchen hinreichend: die OERTELSche Lauge, aus Kochsalz- und Salmiaklösung, Lacmus und Rindsgalle (vergl. oben (§. 121. N. 3 und VOIGTS Mag. IV. 433), und versehe die Polplatten beider Säulen, mit blanken Metalldräthen, die, wie es die Versuche gerade heischen, von verschiedener Dicke und von verschiedenen Metallen, z. B. Platin, Gold, Silber, Eisen, Zink und Silber seyn müssen. Jede Polplatte bekommt einen (am besten, horizontal abstehenden), mit ihr gehörig ohne Zwischenlage verbundenen Drath, von 3—12" Länge, nachdem es die Versuche nöthig machen, der gehörig trocken, glatt und in den meisten Fällen vorn abgerundet ist. Beide Säulen werden ähnliche Wirkungen von sehr verschiedenen Graden der Stärke zeigen, in beiden vorzüglich aber in der letzteren, wird man, ein von Zeit zu Zeit stärker werdendes Knistern bemerken, und in beiden, besonders in der letzteren, werden die

Zinkplatten auf der der Pappscheibe zugekehrten Seite (und zwar bei durch Berührung der Poldrätthe geschlossener Kette mehr als bei ungeschlossener) und die Silber- oder Kupferplatten gleichfalls auf der den feuchten Leiter berührenden Seite, jedoch die letzteren unweit schwächer, allmählig oxydirt. Dadurch werden sie nach und nach für galvanische Erregung und Leitung untauglich, vermindern mithin die Stärke der Säule, bis diese bei zunehmender Oxydation der Metallplatten, und gleichzeitig stattfindender Verdampfung des Wassers endlich alle Wirkung verliert. Die Säule verzehrt mit Hülfe des Wassers, vermöge dieser Oxydation, Sauerstoff aus der umgebenden Luft, wie man dieses an der Luftverminderung bei in Recipienten gesperrten Säulen bemerkt. Daher wirkt auch ein und dieselbe Säule im Stickgase und in sehr verdünnter Luft gar nicht, oder viel schwächer, im Sauerstoffgase weit stärker als in der atmosphärischen Luft. Vergl. oben und DAVY in GILBERTS ANN. VII. 6. BIOT ebendas. X. 31. Derselbe und CUVIER ebendas. S. 161. VAN MARUM ebendas. 153. BÖCKMANN ebendas. XI. 239. WALLOSTON ebend. 104. Zu den vorzüglichsten Versuchen mit der VOLTA'schen Säule gehören folgende:

(35 $\frac{1}{2}$)

1) Das bereits erwähnte dualistische Verhältniß der Säulenelectricität läßt sich schon durch die physiologischen Erscheinungen nachweisen, welche bei der Säulenberührung, von Seiten unsers Körpers, und der einzelnen Organe desselben eintreten. — Der im Auge schon mehr oder minder vorhandene Lichtzustand wird durch galvanische Reizung erhöht, und es stellt sich dem Auge ein blauer Lichtschein dar, wenn man einen galvan. Kreis schließt, in dem sich das Auge am positiven Pole der Kette oder Säule befindet; hebt man diese Schließung auf, oder setzt man das Auge anfänglich bei derselben mit dem negativen Pole in Berührung, so erhält man in beiden Fällen einen röthlichen Lichtschein; und hatte man im letzteren Falle den Kreis mit dem negativ berührten Auge geschlossen, und öffnet denselben, so geht die rothe Farbe des Lichtscheins jetzt in die blaue über. — Verfährt man mit dem Ohre eben so, so bemerkt man am positiven Pol einen Ton, der tiefer als \bar{g} , und am negativen Pole einen, der höher als \bar{g} ist. Waren beide Ohren zugleich in der Kette, so entsteht ein Ton $= \bar{g}$, oder g der eingestrichenen Octave. — Das Geräusch in den Ohren, während sie sich in der geschlossenen galvan. Kette befinden, rührt von in ihnen entwickeltem Oxygen- und Hydrogengase her; es fordern diese Versuche viel Vorsicht. — Die Nase, mit den Dräthen der Säule gehörig in Contact gesetzt, empfindet während der Kreisschließung bei der Berührung des negativen Pols Drang zum Niesen, und zuweilen Spuren von Ammoniakgeruch; bei der Berührung des positiven Pols unter denselben Umständen: Abstumpfung und Hemmung des Reizes zum Niesen,

und manchmal geringe Spuren eines sauren Geruchs. — Die Zunge erhält am negativen P. — unter den berührten Bedingungen — einen alkalisch-bittern und am positiven P. einen sauren Geschmack. (Einen ähnlichen Geschmack bemerkte ohne alle Metallberührung ein von einem meiner Freunde dem Dr. Voss magnetisirter Mann.) Nähert man bei der Kreis-schliessung die (genähten) Fingerspitzen, oder noch deutlicher eine, von der Haut entblößte Stelle der Körperoberfläche dem negativen Pol, so erhält man ein der Kälte ähnelndes Gefühl von Contraction, während am entgegengesetzten Pole die Empfindung von Expansion-Wärme bemerkbar wird. — Diese sämtlichen Wahrnehmungen gehen bei der Trennung oder Aufhebung des geschlossenen Kreises, so wie oben beim Auge bereits angemerkt ist, in die entgegengesetzten über. Werden die Actionen derselben Pole in ihrer Energie geschwächt, so bleibt die Art der Sinnenerregung qualitativ dieselbe, nur wird sie in gleichem Maasse stufenweise geschwächt. Vergl. oben §. 120. u. RITTERS Beit. etc. 2 Bde. letzt. Heft. S. 158. 160. u. s. f. Die übrigen Wirkungen auf den lebenden menschl. Körper ebendas. St. II. S. 83. ff.

2) Bei einer isol. Säule ist die Electricität der Pole so schwach, daß sie kaum bei 30 Lagen für das empfindlichste Electrometer merkbar wird. Verfährt man hingegen auf ähnliche Weise wie bei dem einfachen Plattenpaare (vergl. §. 113. N. 2.), indem man den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capacität in Verbindung setzt, so zeigt der entgegengesetzte, nicht in dieser leitenden Verbindung stehende Pol, mittelst des Condensators, sein E.; der Zinkpol + E, der Silberpol in der Regel (über mögliche Aus-

nahmen vergl. §. 113. N. 5.) — E und zwar fortwährend, so lange die Bedingungen möglicher Action in der Säule noch vorhanden sind. Starke Säulen zeigen dieses E schon unmittelbar durch Anziehung und Abstossung; vergl. BOUVIERS Vers. in VAN MONS Journ. de Phys. et Chim. N. X. p. 52. BEHRENS's Blattgold-electrometer in Verbindung mit den heterogenen Polen zweier Säulen; in GILBERTS Ann. XXIII. 24. ERMANN üb. die electroscopischen Phänomene der VOLT. Säule a. a. O. VIII. 197. Derselbe über die electroscop. Phänom. des Gasapparats an der Säule; ebendas. X. 1. RITTER üb. den Galvanism. d. VOLT. Batterie ebend. VIII. 386. JÄGER ebend. XIII. 399. — Auch findet zwischen den beiden Enden der Säule bei Annäherung von Dräthen ein starkes magnetisch-electrisches Anziehen statt, welches bei großplattigen Säulen vorzüglich stark ist, und bei kleinplattigen (nach BIOT dem Beobachter dieses Phänomens) durch Oxydation verstärkt zu werden scheint. Die Ordnung, in welcher die Metalle angezogen werden, ist nach BIOT — Eisen, Zinn, Kupfer, Silber; mithin die umgekehrte der Leitungsfähigkeit, woraus es wahrscheinlich wird, daß die Cohärenz sich umgekehrt wie das Leitungsvermögen der Spitzen metallischer Körper verhalte; vergl. §. 97. dies. Grundr. Nach VOLTA (dessen oben angef. Abhdl.) und MARECHAUXS Vers. mit s. Mikroelectrometer (GILBERTS Ann. XIX. 482.), nimmt die electroscop. Wirkung der Säule mit der Zahl der Plattenpaare zu. Zeigt z. B. eine Lage $\frac{1}{60}$ Gr. am VOLTAischen Strohh. Electromet., durch den Condensator; so zeigen 2 Lagen $\frac{2}{60}$ etc. — Merkwürdig ist die JÄGERSche Beob., daß durch unvollkommene Schliessung der

Kette (z. B. durch einen feuchten Leiter) die electr. Spannung, durch eine Art von Kreiswirkung in der Säule selbst erhöht werde, was bei der, um dieses zu zeigen, isol. Säule nicht am Electrometer, wohl aber irgendwo in der sich schliessenden, geschlossenen oder sich öffnenden Kette, durch Nervenregung, Funken etc., hingegen bei der nicht isolirten, sondern durch den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capacität in Verbindung gesetzten Säule, auch selbst am Electrometer nachgewiesen werden kann; nur zeigt der Pol dann sein E schwächer als unter oben erwähnter Bedingung, und um so schwächer, je mehr sich die Poldräthe im flüssigen Leiter nähern. Vergl. GILBERTS ANN. XIII. 414.

3) Um die LICHTENBERGischen Figuren des + und — E mittelst der beiden Pole der Säule darzustellen, bedient man sich am besten, nach ERDMANN und HELWIG, zweier (in Hinsicht der Grösse verschiedener) Condensatoren, indem man den Drath des Zinkpols mit der untern Platte des grösseren Condensators, und die obere Platte desselben mehrmals mit dem Silberpol berührt, darauf an den an die obere Platte befindlichen gläsernen Griff diese isolirt abhebt und an die obere Platte des kleineren Condensators bringt; worauf die Ladung derselben durch kleine Funken zu geschehen pflegt. Ist diese beendet, so hebt man die obere Platte des kleinen Condensators isolirt auf, und berührt mit dem, an derselben befindlichen kleinen metallenen Knopf, eine Harzscheibe, die darauf mit Bärlappsamen (Sem. Lycopodii) bestreut, sehr deutliche negative Figuren zeigt. Verbindet man die Platte des grossen Condensators nach entgegengesetzter Art mit der Säule, so erhält man eben so deutliche posi-

tive Sternfiguren. Auch vergl. man ERMANN in GILBERTS Ann. VII. 495.

4) Schließt man die Säulen dadurch langsam, daß man die Dräthe beider Pole gegenseitig bis auf einen geringen Abstand nähert, so sieht man in sehr kleinen Schlagweiten positive und negative electr. Funken entstehen. Statt der Metall- (gewöhnlich Eisen-) Dräthe kann man auch Kohlenspitzen mit ähnlichem Erfolge anwenden. GILBERT in s. Ann. VII. 157. Sehr starke Säulen geben schon bei der Berührung eines Pols einfache Funken. RITTER sah die Funken auch in der Flamme; a. a. O. XIII. 25. DAVY in Schwefelsäure, Salpetersäure und Wasser, mit Hülfe sehr großplattiger Säulen; a. a. O. XII. 355. RITTERS Vergleichung dieser Funken mit denen der Electr. Masch. XIII. 20. In der Regel sind diese Funkenproductionen von Verbrennungen begleitet, und daher ist ihre Farbe verschieden; z. B. bei der Anwendung von spitzigen Eisendräthen, in Form rother Strahlenbüschel mit blaulichem Kerne; bei der Anwendung von Quecksilber (welches mit dem + E Eisendrath in Berührung steht, ehe ihm der - E Eisendrath genähert wird. — BÖCKMANN a. a. O. VII. 260.) hell bläulichgrün; bei Gold, (Blattgold) gelblich oder blaßröthlich weiß; bei Blattsilber weißlichgrün, bei Zinkblättchen hellbläulich weiß etc. Behängt man zu diesen und ähnlichen Versuchen, z. B. den Zinkpoldrath mit Blattsilber, Stanniol, unächtem Blattgolde (d. i. ein Messing ähnliches Gemische) etc., und nähert dann den Drath des Silberpols den Enden oder den Oberflächen dieser Metalle, so verbrennen sie mit lebhaftem Glanze; verfährt man hingegen umgekehrt, in-

dem man den Silberdrath mit jenen Metallen behängt etc., so kommt es an diesem Silberpole bei den edleren Metallen gewöhnlich nur zur glühenden Schmelzung und in beiden Fällen zur Zerstreuung in mehr oder minder wellenförmige Dampf wolken (vergl. §. 107. N. 3.). Platindräthe kommen gewöhnlich an beiden Polen nur zum Schmelzen; zwei Eisendräthe schweissen zusammen, und andere verbrennliche Stoffe z. B. Phosphor, Schwefel, Kohle, Naptha, Weingeist, Feuerschwamm, Rufs, Schießpulver, Baumwolle, Knallluft etc. können, wie durch den gewöhnlichen electricischen Funken (vergl. S. 436) entzündet und zum Verbrennen gebracht werden. Die Fähigkeit durch galv. Funken entzündet zu werden, wächst zum Theil mit der Leitung; daher werden dünne Metallblättchen am leichtesten verbrannt. Entzündung und Verbrennung erfolgen übrigens leichter in Lebensluft, als in atmosphärischer. Die Grösse und Intensität des Funkenlichtes, so wie die entzündende Kraft der Funken, nimmt nach WILLINSON (GILBERTS Annal. XIX. 45.) und nach CUTHBERSON (ebend. XXIII. 263.) bei gleicher Plattenoberfläche, im Verhältniß der Zahl der Plattenpaare, und überhaupt mehr durch Lagenvermehrung als durch Oberflächenerweiterung zu; vergl. oben S. 541 etc. — Ueber Versuche mit starken VOLTA'schen Säulen, vergl. man noch (ausser den oben bereits angeführten.) T. BUNZENS Versuch an einer Säule von 1050 Plattenpaaren; RITTERS Vers. mit 600 plattenpaarigen Säulen, und mit solchen von 2000; dessen phys. chem. Abh. I. S. 267 etc. II. 270. ff. Neues allg. Journ. d. Chem. III. 698. und die Vers. der französ. Physiker mit der neulich zu Paris ge-

bauten grossen Säule (von 20000 Franken Werth), vergl. Journ. für Chem. Phys. u. Miner. VII. 214 — 218. u. 553. ff.

5) So wie das Thermometer im gewöhnlichen electrischen Funken steigt, so wird auch die Temperatur jedes zur Schliessung der Säule dienenden Leiters erhöht. BUNZEN (GILBERTS Ann. XXV. 152.) sah das Thermometer, in dem zur Schliessung einer Säule von 1500 Lagen dienenden Wasser von 14° bis 23° R., in Salmiaklösung bis 38° R. steigen. An starken Säulen, werden die schliessenden Dräthe unverkennbar heifs, Eisendrath sogar, bis zu einer gewissen Strecke rothglühend; die Hitze geht vom Zinkpole aus. Vergl. DAVY in GILBERTS Ann. XII. 355. REINHOLD ebendas. XI. 384.

6) Besonders merkwürdig ist die Veränderung welche das Quecksilber erleidet, wenn es z. B. in einer Schale den Schliessungsdräthen der VOLTAschen Säule ausgesetzt wird. Als RITTER den eisernen Drath des Zinkpols einer starken Säule, in das Quecksilber leitete, und nun mit dem eisernen Drathe des Silberpols die Kette schlofs, indem er in einiger Entfernung von dem positiven Drathe das Quecksilber berührte; so entstand ausser dem oben gedachten Funken, jedesmal ein, der positiv-electr. LICHTENBERG'schen Figur ähnlicher Stern, von schwarzem Quecksilberoxyde; schlofs er hingegen mit dem Zinkpoldrath, so wurden ausser den von vorgedachten etwas abweichenden Funken, Puncte, Ringe, runde Flecken und überhaupt rundbegrenzte Gestalten, auf dem Quecksilberspiegel erzeugt, die vielleicht aus hydrogenirtem Quecksilber bestanden. Statt der Eisendräthe andre (nicht mit dem Quecksilber amalga-

wirbare) Metalldräthe in Form von Spitzen angewendet, zeigten ähnliche Erfolge. Wurde mit Kohle am Zinkdrath geschlossen, so waren die rundlichen Figuren ausserdem noch mit einer leicht verschwindenden Wolke oder Hofe umgeben. Die Säule welche R. zu diesem Vers. diente, bestand aus 224 Schichtungen, gab sowohl bei der Schliessung als auch bei der Wiederöffnung Funken, welche letzteren jedoch kleiner waren. Wurde zwischen den schliessenden Drathspitzen ein Tropfen Wasser gebracht, so schäumte dieses während des starken röthlichen (zum Theil vielleicht von verbrennendem Wasserstoffgase herrührenden) Funkens, unter heftigem Zischen auf. R's. Abh. III. 265—268. REINHOLD in GILBERTS Annal. XI. 385. Auch fand derselbe Physiker, das Quecksilber am Zinkpol steifer oder zäher werde, am Silberpol hingegen flüssiger und flüchtiger. Hierüber weiter unten.

7) Nähert man den — E Drath einer Flamme, während man zugleich den + E Drath in einer $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll weiten Entfernung von dem ersteren in die Flamme bringt, so erzeugen sich im Augenblick der Annäherung des letzteren, an dem — E Drathe besondere, einer Pflanzenverästelung ähnelnde, dendritische Rufsfiguren, die vielleicht nach RITTERS Vermuthung (der dieses Phänomen zuerst beobachtete) eine fast metallische Kohle darstellen. Verfährt man umgekehrt; so findet dasselbe am positiven Drathe statt, nur weichen die Rufs dendriten in der Form bedeutend von jenen ab. Mehr zusammengedrängt scheinen sie zugleich die Kohle im oxydirteren Zustande darzustellen. Vergl. RITTER in GILBERTS Ann. IX. 357. BÖCKMANN ebendas. XI. 231.

RITTER und OERSTEDT in GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. III. 692.

8) Leitet man von beiden Polen Platin- oder Golddräthe (oder vom Zinkpol einen Golddrath und vom Silberpol den Drath irgend eines anderen Metalles) in die beiden Mündungen einer V förmigen, von einem Stative gehaltenen, mit reinem Wasser gefüllten Glasröhre; so entbindet sich aus dem Wasser an der Spitze des Silberpolleiters Wasserstoffgas (Gas hydrogène), an der des Zinkpolleiters Sauerstoffgas (Gas oxygène). War hingegen der Drath des Zinkpols nicht von Gold oder Platin, sondern von einem anderen oxydirbareren Metalle, so wird hier kein Gas entwickelt, sondern es erzeugt sich Metalloxyd. Statt des Silberpoldrathes kann auch eine Kohlenspitze dienen; wollte man diese hingegen beim Zinkpole anwenden, so würde hier, DAVYS Beob. gemäß (GILBERTS Ann. VII. 3.) nicht Sauerstoffgas sondern Kohlensäure entbunden werden, die sich in dem Wasser zum Theil wieder auflöst. — Wählt man anstatt der gekrümmten Röhre die Taf. I. Fig. 14. dies. I. Bd. abgebildete Vorrichtung, zum Wasserbehälter, so daß sie gefüllt in einer kleinen Schale mit Wasser steht, und beide Dräthe in einiger Entfernung von einander unten hineinreichen; so mischen sich beide Gase, und stellen sogenannte Knallluft dar, die man mit Hülfe derselben Säule (bei gehöriger Vorsicht) wieder zu Wasser verbrennen kann, wenn man die Dräthe nach der Gasentbindung aus der Schale entfernt, und den einen derselben an den oberen metallenen Knopf, den anderen an den Seitenknopf der Röhre bringt; es entsteht dann oben in der Röhre ein electr. Funke, der die

Luft anzündet, welche mit hellem Lichte unter heftiger Explosion verbrennt, vergl. S. 455. d. I. Bd. — Will man jede der Gase für sich auffangen, so hängt man zwei kleine mit reinem Wasser gefüllte gläserne Recipienten, in eine kleine mit gleichem Wasser gefüllte Wanne (von Porzellan oder überfirnistem Holz) und leitet die Dräthe durch (kein Wasser enthaltende) gläserne Röhren, unter die Recipienten; den Oxygendrath unter dem einen, den Hydrogendrath unter den anderen. (Die Glasröhren wo die Dräthe zunächst durchlaufen, werden an dem Ende, welches in das Wasser reichen soll, zuvor mit einem Korkstöpsel verschlossen, der vom Drahte durchstochen, noch mit etwas Siegelack überzogen wird, um das Eindringen des Wassers in die Röhre zu verhüten.) Andere Vorrichtungen zu demselben Zwecke, haben SIMON (GILBERTS Ann. VIII. 25.) u. HILDEBRANDT (ebend. XXI. 257.) angegeben; und GILBERT (a. a. O. VII. 243.) hat das Verfahren zur Bestimmung des Volums und des absol. Gewichts der Gase, genau beschrieben. — Schon früher hatten ASH u. a. (vergl. S. 488. N. 4.) die Wasserzersetzung in und mittelst der einfachen galv. Kette beobachtet; mit Hülfe der Säule, wurde dieser merkwürdige und nun erst die gehörige Aufmerksamkeit erregende Vers., zuörderst durch CARLISLE, NICHOLSON, CRUIKSHANK und HENRY (NICHOLSONS Journal of natural philosophy. Vol. IV. Jul. 1800, übers. in GILBERTS Ann. VI. 348.) angestellt, bald darauf von RITTER, C. H. PAFF, SIMON, DAVY und v. HAUCH genauer bestimmt; vergl. RITTERS Abhandl. I. 199. ff. 245 etc. RITTER fand, das die Erzeugung jener Gase auch dann erfolgt, wenn der untere Theil der V förmigen Röhre reine

vollkommen entwässerte Schwefelsäure (die zwar leitet, aber durch die beiden Polwirkungen nicht selbst zersetzt wird enthält, so daß beide Gase in gesonderten Schenkeln hervortreten. PFAFF erreichte etwas ähnliches, als er beide Wasserschichten durch einen nassen Korkstöpsel trennte; SIMON und DAVY, als sie anstatt des Korkes frische Fleischfaser wählten, und der letztere auch, als er zwei für beide Pole gesonderte Wasserschichten, durch einen lebenden Menschen in leitende Verbindung setzte. Man vergl. noch: GILBERTS Ann. VII. 363. VIII. 22. 125 u. 110. Den wichtigsten und entscheidensten Vers. dieser Art, stellte v. HAUCH bereits d. 21. Jan. 1801 an (vergl. Nord. Arch. II. 2. 38. und RITTERS Abh. II. 310. ff.); er erhielt nämlich die Gase nicht in dem Verhältnisse, wie sie nach LAVOISIERS Versuchen über Zersetzung und Wiedererzeugung des Wassers (vergl. §. 118. N. 6.) erfolgen sollten, sondern anstatt 14,337 Wasserstoffgas (dem Gewichte nach) in zwei zusammenhängenden Röhren 25,0775 Wasserstoffgas und 74,9245 Sauerstoffgas; in zwei anderen ähnlichen 7,722 und 92,278. Das Wasser war dabei, in jedem Continuum vollkommen dasselbe, und es schien daher dieser interessante v. HAUCHSche Versuch zu beweisen, was RITTER schon aus seinem ersten Versuche geschlossen hatte: nämlich, daß das Wasser eine chemisch-einfache Substanz sey. — Spätere Versuche haben übrigens gezeigt, daß wahrscheinlich an dem Zinkpol nicht bloß Sauerstoffgas und am entgegengesetzten nicht bloß Wasserstoffgas, sondern an beiden ein Gemisch beider Stoffe entwickelt werde, wovon vielleicht nur der eine am entsprechenden Pole gasförmig entwickelt wird, also

wenigstens in der Electricität seines Pols, die bestimmte Bedingung zur Entwicklung finde; der Sauerstoff am Zinkpol, der Wasserstoff am Silberpol. Ueber die Einwürfe gegen die Einfachheit des Wassers mündlich. Als ERMANN eine mehrere Schuh lange Wasserschicht den beiden Polen der Säule aussetzte, erschien dennoch an jedem der Pole Gas; Eis statt des Wassers angewendet, verhielt sich hier wie bei der gewöhnlichen Electricität isolirend, es kam mithin auch nicht zur Gaserzeugung, eben so wenig bemerkte E. ein früheres Schmelzen des Eises, wenn es dem einen oder anderen Pole ausgesetzt wurde. GILBERTS Ann. XI. 166. — Schmilzt man bei obigem Gaserzeugungsversuche die Mündungen der Glasröhren an dem Golddrathe zu; so erfolgt nach SIMON (a. a. O. X. 297.) nur anfänglich Gasentbindung, nachher hemmt der Druck der in der Röhre enthaltenen Fluida alle weitere Gassation. — Die Summe des Gewichts beider erzeugten Gase, ist übrigens (nach S. a. a. O. 282.) stets der Summe des als tropfbares Wasser verschwundenen Wassers gleich. Erleichtert wird die Gasentwicklung, wenn man während der Einwirkung der Pole das Wasser schüttelt; und RITTER will bemerkt haben, daß so eine grössere Menge von Gasen gewonnen werde.

9) Wie wir bereits oben (S. 455.) bemerkten, ist die Erregung jener Gase aus dem Wasser, auch mittelst der Electricitätsmaschine möglich, und zwar (nach RITTER in VOIGTS Magaz. IX. 158. ff.) am besten, wenn man eine gerade Glasröhre, von 4 Pariser Zoll Länge und drei Linien Weite, mit reinem Wasser füllt, und das eine Ende derselben mit einem Zinkdrathe, das andere mit einem Platindrath versieht.

Man verbindet darauf den Zinkdrath mit dem positiven Conductor der Maschine, den Platindrath mit der Erde oder mit dem Conductor des Reibzeugs, senkt beide Dräthe so weit ins Wasser der Röhre, daß sie sich (ohne irgend isolirt zu seyn) bis auf einige Linien nähern, und läßt nun die Maschine drehen. Ich war bei diesem Vers. zugegen, und wurde dadurch späterhin veranlaßt eine ziemlich starke electr. Batterie so zu entladen, daß sich zwischen beiden Belegen eine Wasserschicht (in einer isolirten offenen Schale) befand; statt eines Funkens geschah die Entladung in mehreren nach einander folgenden kleinen Funken, ohne merkbare Gasentbindung an den Spitzen; der von den Belegen ins Wasser reichenden Dräthe, und ich selbst erhielt nur sehr mässige Commotionen, da ich mich mit dem Drath des negativen Belegs in leitende Verbindung setzte und ihn so in das Wasser tauchte. — Diejenigen, welche obige Versuche früher anstellten, von MARUM, PAETS, van TROOSTWYK, DEIMANN, GREN, PEARSON, WALLOSTON u. a. wählten nicht heterogene Dräthe, und liessen dieselben nicht unmittelbar ins Wasser reichen, sondern den electr. Funken durch eine Luftschicht überschlagen, wodurch öfters das Glas der Röhre zerschlagen oder auch aufs feinste zerstiëbt wurde. Sie bemerkten dabei, daß, je grösser die Weite ist, aus der man den Funken überschlagen läßt, um so mehr Gas wird entbunden. Da dieser Versuch zuerst in Amsterdam angestellt wurde, so nennt man ihn gewöhnlich mit LICHTENBERG: den Amsterdamer Versuch.

10) Bringt man in dem obigen Vers., anstatt des Wassers Weingeist in die Röhre; so isolirt dieser

anfänglich (so wie dieses Aether, atherische und fette Oele thun), hebt man hingegen die Dräthe öfters heraus, und bringt sie eben so oft wieder hinein, so leitet er endlich, was auf eine Wassererzeugung deuten würde, wenn nicht durch Verdampfung der Weingeist an sich wässriger geworden seyn sollte. Vergl. RITTERS Abh. II. 297—298.

11) Wählt man statt des reinen Wassers andere wässrige Flüssigkeiten, zur Schliessung der Kettensäule (Säule) so entstehen durch die (anziehenden) Wirkungen des $+$ und $-$ E der Pole, chemische Vertheilungen (Zerlegungen) gemischter Stoffe, und sehr häufig auch neue Mischungen der ausgeschiedenen Stoffe, mit Sauer- oder Wasserstoff. Den Bemühungen CRUKSHANKS, BÖCKMANNS, HENRY'S, SIMONS, v. ARNIMS, BRUGNATELLI'S, (vergl. GILBERTS Annal. VI. 360. VIII. 152. VI. 369. VIII. 33. 183. XVI. 94.) HISINGERS und BERZELIUS (GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. I. 115.) RITTERS (dessen Abh. I. II. III. B.) und vorzüglich DAVY'S (GILBERTS Ann. XII. 157. XXVIII. 161. ff.) verdanken wir die vorzüglichsten Resultate über diesen Gegenstand.

a) Werden wässrige verdünnte Metallauflösungen, vorzüglich edler Metalle, der Einwirkung beider Pole, an einer schicklichen Glasröhre ausgesetzt, so werden sie am Hydrogenpole häufig vollkommen reducirt, und bilden dann grosse, höchst glänzende Metallvegetationen (vergl. §. 117 u. 118.). Am glänzendsten schlägt sich auf diese Weise das Gold am Golddrahte des Hydrogenpols, einer starken Säule, binnen einigen Tagen nieder. Eben so bildet das Silber, einen schönen Arbor Dianae, und das Blei eine Weinranken ähnliche Vegetation, die nach RITTER eine

28 Zoll lange und 5 Linien weite Glasröhre füllend, dennoch nur getrocknet $3\frac{1}{2}$ Gran wog. Die Metallniederschläge der übrigen Metalle, stehen den genannten an äusserer Schönheit nach. Aufgelöste Erden oder Alkalien krystallisiren am — E Pol wie gewöhnlich, und schon Zehnthheilnien dieser Krystalle isoliren wie Glas. RITTERS Abhandl. II. 316. ff. Bei mehreren Metallen sind auch die Bildungen auf der Zinkseite merkwürdig. Aus der Silberauflösung bildet sich hier suroxydirtes Silber, von Metallglanz, Leitungsfähigkeit für Electricität und Galvanismus, von einer dem Eisenglanz ähnlichen bräunlichen Farbe, und aus einer fortlaufenden Reihe Kreuzstein ähnlicher Krystallisationen bestehend, welches mit gemeiner Salzsäure begossen, sogleich oxygenirte Salzsäure bildet. Auf ähnliche Weise läßt sich auch ein (braunes) Suroxyd des Bleies darstellen. RITTER im N. Allg. Journ. d. Chemie. III. 562. So wie sich das Silber im Kreise der Säule hyperoxydiren läßt, so kann man es auch hydrogeniren, und man erhält das Hydrogensilber aus jeder so weit verdünnten Silberauflösung, daß die Quantität Hydrogen, welche die Säule am — E Pol Gold- oder Silberdrath liefert, nun nicht mehr Silberoxyd genug am Orte seiner Entwicklung vorfindet, um dieses Oxyd zu reduciren. Das nun entstehende Hydrogensilber erscheint theils als schwarzer Beschlag, theils in Dendritenform. Gold, Kupfer und Zinn zeigen nach RITTER a. a. O. ähnliche Veränderungen; und etwas der Art bemerkt man auch beim Eisen (?), in Form eines blauen Niederschlags, vergl. a. a. O. 561., Platin, Blei u. e. a. Metallen (vergl. S. 493. 494. 495 dies. Grundr. und meine

Materialien zur Erweiterung d. Naturk. I. S. 121.
Beitr. I. 147. etc.)

b) Bringt man in eine ohngefähr 6 Zoll lange und $\frac{3}{4}$ —1 Zoll weite Glasröhre, die ziemlich schief liegt, und an dem niedriger gesenkten Ende mittelst eines Eisendraths, mit dem — E Pol der Säule vereint ist, während das entgegengesetzte Ende auf gleiche Weise den + E Pol berührt, den dritten oder vierten Theil ihres räumlichen Inhaltes nach, Quecksilber, und füllt man den übrigen Raum mit Wasser, so daß das Quecksilber den — E Drath berührt, und einen ziemlich flachen Spiegel bildet; so wird dieser Spiegel unausgesetzt in Bewegung seyn, und stets zwischen Expansion und Contraction schwankend, kleine Wellen schlagen, die sich genau so schnell hintereinander folgen werden, als wie die Zuckungen oder das regelmässige Flattern der Spitzen einer jeden neben der Säule, an einer Kerze, Weingeist etc. beim Verbrennen derselben erzeugt werdenden Flamme. RITTER (VOIGTS Mag. II. 370.), der dieses Phänomen nach VOLTA (vergl. GILBERTS Annal. VIII. 296.) HENRY (a. a. O. VI. 37.) u. a. deutlicher bemerkte, entdeckte diese gleiche Periodicität der Flamme, als er dasselbe einstmals Abends beobachtete. Es rühren, nach ihm jene Wellen daher, daß das mit seiner Spitze unausgesetzt oscillirende Quecksilber bald vor, bald wieder zurückgeht, je nachdem die Action bald stärker bald schwächer ist (und dadurch zunächst eine Periode von $\frac{2}{3}$ Secunden aniebt), bei diesem sehr schnell sich folgendem Wechsel der Action nicht Zeit hat, wirklich vor- und rückwärts zu ge-

hen, die Sollicitation sich also nur wie ein dem Quecksilber schnell wieder vorübergehender Stofs äussert. Beobachtet man das Phänomen an zwei neben einander stehenden, sonst aber durch nichts als den Boden verbundenen Säulen, die in Rücksicht der Lagenzahl, Plattenbreite des feuchten Leiters, der Metalle, möglichst verschieden seyn können, so findet man dieselben periodischen Oscillationen und zu vollkommen gleicher Zeit gegeben. Zählt man diese Schwankungen oder Zuckungen, ihres jedesmaligen Eintretens zufolge, und vergleicht sie, so findet man auf 6 Minuten stets 2220 — 2222, d. i. auf eine Minute 470, oder genau soviel als wie an der Flamme; und zugleich bemerkt man, daß das Zucken innerhalb $3\frac{2}{3}$ Minuten einmal möglichst schwach, und dann nach und nach stärker werdend, einmal das Maximum der Stärke erreichend, eintrete. Eine solche und alle ähnliche Hauptperioden fassen in sich vier schwächere, deren zwei als Minima in das Minimum der grösseren Periode fallen. Untersucht man, wie oft jene Periode von $\frac{3}{7}$ Secunden in diejenige von $3\frac{2}{3}$ Minuten fällt, so ergiebt sich 365 mal, und eben so oft kommt die von $3\frac{2}{3}$ Minuten wiederum im Tage, und dieser im Jahre vor. Uebrigens hat die Periode von $\frac{3}{7}$ Secunden noch 365 kleinere — bei der Wirkung der galv. Erregung auf das Ohr, in der Zahl der Schwingungen eines zwischen \bar{c} und $\bar{c}is$ fallenden, und neben den vorhin erwähnten Tönen oftmals bei jenem Versuche eintretenden Tons bemerkbar — von $\frac{2}{17}$ Tertien. Das Maximum der täglichen Periode fällt zur Nachtzeit und das Minimum (in der Zuckung) zur Tagszeit. Daher soll dieselbe galv. Säule zur Nachtzeit stärker als am

Tage wirken, und derselbe Fall auch bei eigentlich chemischen Processen eintreten; wohin die Mischungs-, Auflösungs- und Lösungsprocesse, die Gasentbindung mittelst electr. Erregung u. m. dgl. gehören. Dasselbe findet nach RITTER auch bei der Säule in der jährlichen Periode statt; das Maximum anorganischer Thätigkeit fällt dann, wenn die Sonne kürzere Zeit über dem Horizont verweilt, d. i. im Winter, ihr Minimum im Sommer. Vergleicht man diese Beobachtungen mit den über das Maximum der organischen Erdenthätigkeit, so fällt diese gerade in die entgegengesetzte Zeit. In der Nacht, und noch mehr im Winter ruht im Allgemeinen das Organische, verglichen mit dem Grade von Thätigkeit, der bei Tage und im Sommer gegeben ist. Eine grössere Periode der Erdenthätigkeit, von RITTER am Magnetism, an der Electricitätserregung der Atmosphäre und ähnlichen meteorischen Erscheinungen und Vorgängen der Erdmasse angedeutet, ist diejenige von 18 $\frac{2}{3}$ Jahren, oder die Zeit, in der die geographische Axe der Erde mit ihren Polen am Himmel Kreise von achtzehn Secunden Durchmesser beschreibt, die sich nach R's Vermuthung auch in den Mortalitätstabellen (als die Herrschaft anorganischer Thätigkeit über den organischen Bestand der Organismen bezeichnend) nachweisen lassen wird, und zum Theil auch Belege in den, zur Eintretungszeit jener Perioden sich besonders heftig zeigenden Ausbrüchen ansteckender Krankheiten, Contagien, und Entstehung der Miasmen zu erhalten scheint. Das Leben des Menschen und der übrigen organischen Erdindividuen (bei dem ersteren weist es schon die Periodicität des Pulsschlags nach) besitzt noch jedes seine eigenthümliche, mit grösseren Erd-

perioden zusammenfallende Perioden, die in Hinsicht ihrer Darstellung, und der Art ihres Gegebenwerdens, den allgemeinen anorganischen Thätigkeitsäusserungen auf obig geschilderte Weise entsprechen, und so auf das gemeinschaftliche Activitätsprincip, auf allgemeines Belebtseyn hinweisen. — Eine jener grösseren Erdenperioden ist z. B. die von ohngefähr 26000 Jahren, oder das sogenannte Platonische oder grosse Jahr, in welchem die Erdaxe einmal in der Ecliptik herum kömmt, und die durch das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen entsteht. Vergl. S. 267. Hieher gehöret auch die von v. HUMBOLDT bemerkte Unterabtheilung jeder täglichen regelmässigen Periode der Variation der Magnetnadel (vergl. S. 406) in vier schwächere; ferner die jährlichen und täglichen Variationen und Oscillationen derselben Nadel; und vielleicht auch das neuerlichst von HELLER und RITTER bemerkte erdmagnetische Phänomen; vergl. GEHLENS J. f. Chem. Phys. u. Mineral. VIII. 696. Besonders scheint auch aus dem Verhältnisse der, den Erdkern umschliessenden concentr. Erdlagen, und aus ihrer individuellen Beschaffenheit angedeutet zu werden, ein periodisches, bald stärkeres bald schwächeres Entwickeln der Erdschichten, bei der unserer Beobachtung sich darbietenden, bis jetzt statt findenden Ausbildung: und die Geognose dürfte bei genauerer Prüfung dafür wohl nicht geringe Belege finden, in der nach und nach erfolgten, oftmals plötzlich und mit besonderer Energie sich ausdrückenden Entfaltung der einigen Urgebirgsmasse, zur mannichfach individualisirten Masse späterer Formationen; vielleicht datiren sich viele der sogenannten Erdrevolutionen da-

her, und dadurch dürfte denn wohl ihre, oftmals die ganze Erdschicht treffende Ausdehnung zu begreifen seyn. ERMANN u. a. haben gegen das Periodische dieser Oscillationen Einwürfe gemacht.

Untersucht man das, in jener Röhre bereits einige Zeit oscillirende Quecksilber, so findet man, daß es an der Oxygenseite weniger flüssig, auf der Hydrogenseite aber mehr flüssig erscheint, vergl. oben N. 6. d. Sphs. Nöthigt man es, Gas (Hydrogen) zu geben, oder bildet man mit demselben im Kreise der Säule den negativen Pol selbst, so erlangt es an diesem eine bedeutende Zähigkeit oder Schwerflüssigkeit. So wird es auch umgekehrt weit leichtflüssiger, wenn es als Hydrogenpol im Kreise der Säule gesetzt wird, wobei es dann nicht die mindeste Spur von Hydrogengas entwickelt, wohl aber am Oxygenpol (wenn dieser durch Gold- oder Platindrath verlängert ist) Oxygengas. — Rosf's leichtflüssiges Metallgemisch, ein gehörig flüssiges Bleiamalgam, das Metallgemisch der Buchdrucker etc. gewähren, im heissen Wasser flüssig erhalten, und so auf gleiche Weise wie das Quecksilber der Wirk. der Säule ausgesetzt, ähnliche Erscheinungen, nach RITTERS, OERSTEDTS und eigenen Beobachtungen. Es scheint dabei das innere Bestandverhältniß der Metalle selbst, durch die electr. Aufforderung der Säule, vielleicht in Form oder auf Art electr. Vertheilung, so lange einige Veränderung zu erleiden, als wie die Metalle jener Wirkungssphäre unterworfen sind; und das Zäh- und Flüssigerwerden an entgegengesetzten Polen, scheint nur der Anfang solcher Aenderungen zu seyn, beginnend mit einer Art magnetischer Polarisirung diese aber sogleich weiter

verfolgend, und über sie hinausgehend. Vergl. RITTER in GEHLENS N. A. J. d. Chem. VI. 561. V. 405—419. OERSTEDT ebend. III. 578. Meine Mater. I. 100—121. — Könnte man eine Säule bauen, von einer so grossen Leitungsfähigkeit und schnellen Action ihrer selbst, daß z. B. das Quecksilber gegen sie so geringe leite, wie das Wasser im Verhältniß zu den gewöhnlichen Säulen leitet, so würde das Quecksilber wahrscheinlich durch die beiden Pole der Säule so zersetzt werden, als zur Zeit das Wasser oder die darin gelösten Mischungen. So aber setzt sich zwar etwas der Zersetzung ähnliches in jedem vollkommen schliessenden (metallischen) Leiter fort, wird aber von Atom zu Atom in demselben Augenblick wieder aufgehoben, da es zu entstehen im Begriffe ist. Denn überhaupt, während die Electrisirmaschine z. B. durch verhältnißmässig starke isolirende Hemmung, elect. Funken erzeugt etc., wirkt die Säule durch die ausserordentliche Leitung ihrer Theile gasgebend, oxydirend etc. Vergl. a. a. O.

c) Enthält die Röhre zwischen beiden Poldräthen Lacmustinctur, so wird diese am Oxygenpol geröthet, eben so wird Curcuma- oder Rhabarbertinctur am Hydrogenpol gebräunt oder violet. (S. 502 u. 503.) War überhaupt das Wasser jener Röhre nicht ganz rein, sondern mit vegetabilischen oder thierischen Theilen (z. B. von Fleischfaser als Leiter angewendet, oder von gefeuchter Blase als Bedeckungsmittel etc.) geschwängert, so enthält es gewöhnlich salzfähige oder wirklich salzige Theile z. B. Kochsalz, die dann von den Polen angezogen, und dadurch zerlegt, hier als Säure und Alkali hervorgehen. Vergl. SIMON in GILBERTS ANN. VIII. 1. HISINGER u. BER-

ZELIUS in SCHERERS Journ. IX. S. 256, DAVY a. a. O. F. PACHIANIS Behauptung einer (scheinbaren) Erzeugung von Salzsäure und Natron aus reinem Wasser; GILBERT Ann. XXI. Bestätigende Beob. d. galv. Societ. in Paris; ebendas. XXIV. 391. XXV. 99. 232. Durch SIMONN und ERMANN von zufälligen Beimischungen organischer Stoffe abgeleitet; ebendas. XII. 220. Dagegen PACHIANI's Meinung durch BRUGNATELLI vertheidigt; a. a. O. XXIII. 182. RITTER erhielt aus sorgfältig gereinigtem Wasser keine Spur von Säure oder Alkali; VOIGTS Mag. IV. 618. GRUNER hingegen beides aus thierischer Gallerte und arabischen Gummi, GILBERTS Ann. XXIV. 85. RITTER über Salzsäure und Natron durch Galvanismus aus Wasser; GEHLENS Journ. f. Chem. u. Phys. I. 36. ff. SYLVESTER ebend. II. 152. ff. DAVY's Vers. mit Wasser in Röhren von Wachs, Harz, Glas, in Tiegeln von Platin, Kegeln von Gold etc. zeigten endlich, daß das bei diesen und ähnlichen Versuchen am — E Pol erschienene Natron oder Kali, aus dem Glase der Röhre etc. abstamme, daß die bei ähnlichen Versuchen häufig erzeugt werdende Salpetersäure und das Ammoniak, dem Stickstoffe welchen jedes Wasser mehr oder weniger aus der Atmosphäre enthält, und dem Sauerstoffe und Wasserstoffe des Wassers zugeschrieben werden müsse; und das mit Hülfe der Säule die äussersten Minima von Alkali oder Säure, z. B. in Fossilien und organischen Stoffen, entdeckt werden könnten. GEHLENS Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 1. ff.

d) Setzt man Salzlösungen in Wasser, z. B. gelöstes schwefelsaures Kali, salzsaures Natron (Kochsalz) isolirt den beiden Polen der Säule aus, so finden durch

Anziehung der Pole chemische Vertheilungen oder Zerlegungen der gelösten Mischungen statt, denen der vorhin berührten Beobachtung ähnlich; und nach DAVY (a. a. O.) werden die Bestandtheile an die entgegengesetzten Pole so übergeführt, daß während des Ueberführens selbst die chemische Anziehung zu entgegengesetzten, damit in Berührung kommenden chemischen Stoffen, der Polanziehung nicht entgegen zu wirken vermag. Vergl. auch HISINGERS und J. BERZELIUS Vers. in GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. I. 116. ff. — WINTERL legt diesen und ähnlichen Phänomenen eine andre abweichende Erklärung unter; Vergl. meine Materialien und Beiträge I. 116. ff. Nach W. enthalten nämlich alle organische Körper mehrere chemische Stoffe, in einem mehr oder weniger chemisch unwirksamen Zustande, den er abgestumpft nennt, und daher von abgestumpften Säuren und Alkalien etc. spricht; auf ähnliche Weise, jedoch aus anderen Ursachen abgestumpft existiren nach ihm dieselben Stoffe auch, in ihren Verbindungen zu Salzen, besonders wenn diese vollkommen neutral sind; werden hingegen wiederum chemisch unwirksam (begeistet), wenn sie mit den ihnen entsprechenden Electricitäten, die Säuren mit + E, die Alkalien (Erden und zum Theil auch die unvollkommenen Metalloxyde) mit — E, jede für sich verbunden werden. In obigen Versuchen wird daher nach W. am Zinkpol die Säure, am Silberpol das Alkali begeistert, und am ersten bleibt abgestumpftes Alkali, an letzteren abgestumpfte (nicht reagirende) Säure im Wasser 'gelöst. Wird dagegen eine chemisch wirksame Base, (so nennt W. das gegen Säuren reagirende) z. B. ein gelöstes

Alkali für sich, dem ihm nicht entsprechenden Pole ausgesetzt, so soll ihm durch diesen Pol sein E entzogen, und mit dem E des Pols zu oE (die W. für die Wärme selbst hält) verbunden werden, wodurch die Base abgestumpft wird; und bei Säuren soll der umgekehrte Fall eintreten. Das Wasser hält er für einfach, und Sauer- und Wasserstoff, für Verbindungen desselben mit + und - E (oder nach einer früheren Meinung: mit - und + E); weshalb er auch den Sauerstoff: Wassersäure und den Wasserstoff: Wasserbase nennt; das Wasser selbst aber als entgeisteten Sauer- oder Wasserstoff betrachtet. Die beiden Electricitäten nennt er die begeisteten Principien in der Natur, und die von ihnen befreiten Stoffen, Substrate deren Eigenthümlichkeit von einem dritten Immateriellen, dem Bande abhängt, welches in grosser Mannichfaltigkeit, besonders auch in organischen Stoffen existirt, und die Verbindung des (in allen Materien gleichen) Stoffes mit den begeisteten Principien begründet. Vergl. Beurtheilung der über WINTERS System erschienenen Schriften, in den Heidelberger Jahrbüchern für Phys. Mathem. u. Cameralwissenschaften 1r Jahrg. III. H. u. ff. KIELMEYER vermuthete schon früher, daß Säuerung (Acidität) mit + E und Basirung (Alcalität) mit - E in Beziehung stehe (Vergl. WINDISCHMANN'S Ideen zur Physik. I. 510.); und ähnliche Ideen finden sich auch schon in KRATZENSTEIN'S, de LUC'S u. a. Schriften. Eine ähnliche Zersetzung wie sie die Salze zwischen den Polen der Säule erleiden, findet auch bereits in der Säule selbst (z. B. in der obigen mit Salmiaklösung gebauten Säule, wo es der Ammoniakgeruch verräth)

statt; WINTERL ist der Meinung, daß diese Zersetzungen in der Säule, von einer Beraubung der beiden Electricitäten herrühren, welche zu den Polen fortgeführt würden. Daher sollen die in der Gegend des Indifferenzpunctes der Säule liegenden Salztheile, am vollkommensten in ihre abgestumpften Factoren zerfallen etc. Ueber diese und ähnliche Hypothesen, und über ihr Verhältniß zur Erfahrung mündlich.

e) Gewöhnliche conc. Schwefelsäure wird nach SIMON zersetzt, indem sich am Hydrogenpol weisser Schwefel niederschlägt. Salpetersäure wird gelb, und giebt Stickgas und Wasserstoffgas, und wird zum Theil in Ammoniak verwandelt. Concentr. wässriges Ammoniak giebt dieselben Gase wie die Salpetersäure. Vergl. SIMON in TROMMSDORFFS Geschichte des Galvanism. 120. ff. BUCHOLZ in GILBERTS Annal. IX. 448. Kieselkali-Lösung wird ebenfalls zersetzt und die Kieselerde (wie gewöhnlich die Erden aus ihren Auflösungen) am — E Pol niedergeschlagen.

f) Setzt man thierische oder vegetabilische feuchte oder flüssige Substanzen der Wirkung der Säule aus, so erleiden sie schnell Veränderungen, welche in den Wirkungen des ausgeschiedenen Sauer- und Wasserstoffs ihren Grund haben. Nach v. ARNIM (TROMMSDORFF a. a. O. 135.) gieng Pflanzenschein in Fäulniß über; Bier und Wein wurden sehr bald sauer. Eiweiß und schneller noch Eidotter und Saamenfeuchtigkeit wurden übelriechend; ersteres am Wasserstoffpol weißschleimig und durchsichtig, am Sauerstoffpol dicht und undurchsichtig. Muskelfaser verdarb schnell. Harnstoff wurde am Wasserstoffpol weiß niedergeschlagen, und gieng schnell in Fäulniß über. Frisches Blut wird am Sauerstoffpol röther und ge-

rinnt, am entgegengesetzten Pol fast -schwarz und bleibt flüssig. Nach BRUGNATELLI (van MORS Journ. de Phys. et de Chim. IV. N. 10. 114.) gab Milch am Silberpol Milchzucker, während sie am Zinkpol gerann und säuerlich wurde. Aus Ochsen-galle setzte sich am Silberpol eine eiweißartige Ma-terie ab. PARROT (GILBERTS Ann. XII. 61. vergl. DAUBENCOURTS und ZANETTI's Vets. in GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. I. 357.) sah aus einem Streifen Muskelfleisch im Hydrogenwasser Gallerte, im Oxy-genwasser Fett entstehen. (Derselbe Physiker will auch eine blaue Farbe haben entstehen sehen, als er das Wasser des Hydrogenpols zu dem Oxyde des Oxy-genwassers schüttete; a. a. O. XII. 60.)

g) Bei der gewöhnlichen galvan. Wasserzersetzung stieg das Thermometer nach TATUM (GILBERTS Ann. XXX. 236.) von 54° auf 80 Grad. HILDEBRANDT sah zu obigen und ähnlichen Versuchen Säulen aus Silber, Kupfer, Zink und Wasser, sich eben so wirk-sam verhalten, als Säulen aus Silber, Zink und Was-ser a. a. O. 67. Noch vergl. man GROTHUSS über die Zersetzung des Wassers durch die galv. Electr. etc. in GEHLENS J. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 110. ff. Kohlensäure wird nicht zersetzt. N. A. J. d. Chem. I. 142.

h) Den 19 Novemb. 1807 theilte DAVY der Königl. Societät zu London Versuche mit, die Metallisir-barkeit der Alkalien durch galv. Electricität er-weisend. Seine Untersuchungen über die Zerlegung der Salze und über PACHIANI's angebliche Salzsäure-Erzeugung, hatten ihm den Weg zu dieser glänzen-den Entdeckung gebahnt. So wie einst die Erfindung der Säule alle Physiker des Continents in neue Thätigkeit setzte, so wurden auch jetzt DAVY's wich-

tige Versuche sehr bald der Gegenstand experimenteller Prüfung französischer und deutscher Physiker. Vergl. Bibliothèque Britannique, Dec. 1807. u. GEHLENS Journ. für Chem. Phys. u. Miner. IV. 660. V. 565. 567. VII. 595. 644. GAY-LUSSACS u. THENARDS, ERMANS, SIMONS u. KLAPROTHS erste Wiederholungs-Vers. V. 150 u. 571. 703. VII. 644. RITTERS Vers. V. 302. ff. 449. ff. BOISSIERS Vers. ebend. 410. SEEBECKS Vers. ebend. 412. ff. 482. Die des Grafen v. STERNBERG ebend. 419; des Prof. PLACIDUS HEINRICH, ebend. 413; SIMONS (423), LAMPADIUS, TROMMENDORFFS 485 u. 487. GÖTTLINGS Vers. ebend. 710. Ferner finden sich die Beob. der ausländischen Physiker über diesen Gegenstand, so wie diejenigen mehrerer der oben genannten deutschen Physiker, so wie auch die eines v. JACQUIN, v. SCHREIBERS, TILHAVSKY und BREMSER in Wien, u. a. in GILBERTS Annal. XXVIII—XXX. u. s. f. Auch vergl. man die Notizen über GÖTTLINGS, KASTNERS, SEEBECKS und RITTERS Vers. im Intell. Bl. der Jenaischen Allg. Lit. Zeit. Febr. u. März 1808.

DAVY bemerkte jene Veränderung zuvörderst nur an dem (ätzenden) Kali, Natron und Ammoniak, späterhin fand man aber, daß auch Kalk, Baryt, Strontian und Talk einer ähnlichen Metallisation fähig seyen; und daß dieselbe wahrscheinlich nicht sowohl durch Anoxydation, sondern durch Hydrogenation jener Stoffe erfolge, und ähnliche Producte auch auf gewöhnlich chemischem Wege, mittelst Kohle, Eisenfeile, Spießglanzmetall und Kohle etc. in eisernen Flintenläufen, bedeckten Tiegeln, oder besser in Retorten aus Stabeisen, gebildet werden können. Vergl. CURAUDAU in GEHLENS Journ. für Chemie, Phys. u.

Miner. V. 569, 699, BUCHHOLZ ebend. 690. GÖTTLING 705. KASTNER VI. 190. RITTER a. a. O. — Vergl. GILBERTS Ann. XXVIII. 327. 468. XXIX. 83. 87.

Um mit Hülfe der Säule diese Substanzen darzustellen, bedient man sich einer sehr breit- und vielplattigen, mittelst eines Gemisches von Kochsalz und Salmiaklösung gebauten Säule, deren eisernen (oder platinen) Zinkpoldrath, man in etwas gelinde angefeuchtetes, ätzendes, oder kohlen-saures, oder auch mit anderen Säuren verbundenes Kali (oder Natron, oder Ammoniak, oder Baryt etc.), welches auf einem umgestürzten Kelchglase liegt, taucht, und nun die Kette mit dem Eisendrath des Silberpols in der Weise schließt, daß das Kali von dem letzteren Draht ebenfalls berührt wird, jedoch zwischen beiden Drähten eine einige Linien starke Kalischicht bleibt. Sehr bald bemerkt man am Hydrogendrath kleine Quecksilber ähnliche, sehr glänzende, leichtbewegliche Kügelchen, die in der umgebenden Luft, vorzüglich wenn sie feucht ist, sehr bald, mit mehr oder minder lebhaftem Geräusche wiederum zu Kali verbrennen, und deshalb schnell unter rectificirtes Bergöl gebracht werden müssen, wenn man sie aufbewahren will. Berührt man diese Metalloide mit dem Hydrogendrath unmittelbar, und nähert ihnen dann den herausgehobenen Oxygendrath, um die Säule zu schließen, so geben die Metalloide röthliche Funken und verbrennen ebenfalls wiederum zu dem Alkali, das ihnen zur Basis dient. Statt des Eisens, können auch die übrigen Metalle zu Ketten schließenden Drähten bei diesen Vers. angewendet werden, mit Ausnahme des Tellurs, welches sich nach RITTER selbst hydrogenirt. Die Metalloide besitzen ein

(bei den verschiedenen Alkalien verschiedenes) sehr geringes specif. Gewicht, vergl. I. Bd. dies. Grund. S. 308, sind gewöhnlich mehr oder minder dickflüssig, können jedoch auch (bei niederer Temperatur) fest dargestellt werden, verbrennen in trockner atmosphärischer Luft durch Erhitzung, nur erst bei einer Temperatur die dem Rothglühen nahe kommt, hingegen in feuchter Luft, oder angehaucht, sehr schnell, mit Explosion und Flamme zu Alkali. (BRUGNATELLI will aus dem durch Verbrennung des Kalimetalloids gewonnenen reinem Kali, mittelst der Säule kein neues Metalloid haben entstehen sehen, und CURADAU vermuthet, dafs ausser dem Wasserstoff, auch der Kohlenstoff fähig sey die Metalleitfähigkeit der Alkalien zu bewirken, so wie überhaupt bei mehreren Metalloiden auch andere, zuvor mit dem Alkali verbundene Stoffe, mit in die Metallumwandlung einzugehen scheinen). Wirft man etwas Metalloid ins Wasser, so steigen Wasserstoffgas Blasen auf, und das Wasser wird alkalisch; ein ähnlicher Erfolg tritt ein, wenn man das Metalloid in wässrigem Weingeiste, Aether, ätherischem Oele etc. aufzubewahren gedenkt. Freie Säuren stellen damit nach vorangegangener Rückbildung zu Alkali, gewöhnliche Salze dar. Mit Schwefel, Phosphor und einigen Metallen, besonders mit dem Quecksilber, lassen sich die Metalloide verbinden; die letztere Verbindung läßt sich auf der Stelle (nach SEEBECKS Beob.) hervorbringen, wenn man z. B. das Kali nicht unmittelbar, sondern durch eine kleine Portion Quecksilber trennt, mit dem Hydrogendrathe in leitende Verbindung setzt; das Quecksilber geräth in wirbelnde Bewegung und wird nach und nach steif, indem es ent-

stehendes Kalimetallloid aufnimmt, und damit ein Metallloid Amalgam darstellt. Ins Wasser geworfen wird dieses sehr bald zersetzt, indem es Wasserstoffgas entbindet, reines Quecksilber und Kalilösung zurückläßt. Indem GAY-LUSSAC und THENARD das Kalimetallloid auf gewöhnlichem chemischen Wege darstellten, erhielten sie eine hinreichende Menge desselben, um DAVY's frühere Behauptung: daß die Metalloide reduc. (von Sauerstoff befreite) Alkalien seyen, zu prüfen; aus ihren Versuchen schliessen sie, daß jene Producte nicht reducirte sondern hydrogenirte Alkalien seyen (vergl. oben), zugleich fanden sie aber, daß namentlich das Kalimetallloid in Wasserstoffgas gebracht, noch eine Portion dieses Gases zu arsobiren vermöge, wodurch es in eine weißlich graue feste Substanz verwandelt wird, aus der Quecksilber und Wasser, Wasserstoffgas abscheiden. Im Sauerstoffgase brannte das Metallloid mit lebhafter Flamme (bei gewöhnlicher Temperatur) und wurde dadurch wie gewöhnlich zu Aetzkali. Im Salpetergase und oxygenirtsalzsauern Gase erfolgte dasselbe; die Producte waren zum Theil salpetersaures und salzsaures Kali. Reines Salpetergas und oxydirtes Stickgas wurden durch das Metallloid zerlegt, reines Stickgas ausgeschieden und (wässriges) Aetzkali gebildet etc. Vergl. GEHLENS J. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 703. ff. Nöthige Vorsicht bei der Bereitung und beim Herausnehmen der auf gewöhnlichem chemischen Wege gewonnenen Metalloide; BUCHHOLZ a. a. O. VII. 188. u. s. f. Als DAVY und späterhin Graf STERNBERG die Boraxsäure einer ähnlichen galv. Behandlung unterwarfen, wie zur Erzeugung der Alkalimetalloide erforderlich ist, schien die Boraxsäure ebenfalls metallisirt zu werden. GAY-

LUSAC und THENARD brachten im Verfolge ihrer Untersuchungen dieselbe Säure mit dem Kalimetallloid in chemische Berührung, und erhielten unter andern eine phosphorartige Substanz, welche sie für die Grundlage der Boraxsäure halten; ähnliche Versuche stellten sie in der Folge mit der Flußsäure und mit der Salzsäure an, von denen die erstere einige Veränderung in ihrer Mischung zu erleiden schien, jedoch scheinen sowohl diese als jene aus der Boraxsäure gewonnenen Substanzen, ebenfalls hydrogenirte Stoffe zu seyn, und bedürfen daher noch der genaueren Untersuchung, bevor sie im Systeme der chemischen Stoffe als Radicale jener Säuren aufgeführt werden. Vergl. GEHLEN a. a. O. VIII. 485. ff. und GILBERTS Ann. XXX. 363. — Die Leichtentzündlichkeit der Alkalimetalloide erregte in RITTER u. a. die Vermuthung, daß die sogenannten Luftzündler (Pyrophore), so wie mehrere Selbstzündler und die in der Folge noch zu erwähnenden Leuchtsteine, ihre Fähigkeit sich von selbst, bei der Berührung feuchter Luft zu entzünden, oder zu leuchten, zum Theil einer geringen Beimischung von Alkali- oder Erdmetalloiden verdanken; vergl. RITTER in GEHLENS Journ. a. a. O. V. 439. ff. Dahin gehörende Phänomene finden sich auch in Menge notirt in KASTNERS Beitr. I. u. II. B. — An der dem Zinkpole während der Metallisirung ausgesetzten Alkalimasse, wollen einige Physiker Oxydation und Umwandlung in Säure (Salzsäure oder Salpetersäure) bewirkt haben; vergl. GILBERTS Ann. XXIX u. XXX. u. RITTER a. a. O.

12) Die Leitung durch das Wasser wird stets — mehr oder minder bemerkbar durch electr. Ver-

theilung begründet (vergl. oben). Daher sah BIOT die Zinkplatte an der wasserhaltigen Tuchscheibe dieseits oxydirt, während jenseits das Oxyd wieder reducirt wurde. (Vergl. PFAFF und FRIEDLÄNDER franz. Annal. I. B. S. 143) WINTERL sah Kupfer auf der ersteren Seite minder, auf der andern stärker oxydirt. (Vergl. Materialien a. a. O. S. 196, in der Note.) Vergl. auch BUCHOLZ in GEHLENS J. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 736. Das Wasser wirkt hier also in einer Scheibe mit derselben Energie, als beide Platten vereint; ist jene vertheilende Wirkung des Wassers noch durch Salze gestärkt, so ist es oftmals fähig, die Pole der Säule umgekehrt darzustellen; daher sah DAVY (a. a. O. B. III. S. 177) bei einer Säule aus Kupfer und Eisen, also nicht sehr differirenden Metallen, die Pole, welche sie mit reinem Wasser zeigte, umtauschen, wenn jenes Wasser schwefelsaures Kali gelöst enthielt. — Uebrigens läßt sich eine ähnliche Polaritätsänderung durch Verwechslung der beiden heterogenen, die beiden Enden der Säule schliessenden Metallplatten bewirken, vergl. §. 121. N. 10. So wie hier der eigenthümliche Werth der verwechselten Metalle eine Totaländerung des ganzen electrischen Verhältnisses der Säule bewirkt, so tritt umgekehrt auch der entgegengesetzte Fall ein, bei verschiedenen Metallen von einem und demselben nur graduell verschiedenem Werthe ausser der Kette. So erscheint z. B. das Eisen mit Silber als basisches Metall, und wird in der Kette oxydirt, während das Silber-Hydrogen gas entwickelt, nimmt man aber statt des Silbers Zink, so erhält das Eisen den electr. Werth des Silbers, und giebt Hydrogen gas, während das Zink oxydirt wird. (Man vergl. hiermit RITTERS

oben angeführte Spannungsreihe der Leiter und Isolatoren.)

13) Nach VOLTA (RITTERS Beitr. I. 205.) erhöht Wärme die Fähigkeit des Wassers zu leiten; van MARRUMS Bemerk. dafs mit heisser Salmiaklösung gebaute vielschichtige Säulen, geringer wirken, als wenn die Salmiaklösung kalt war (VOIGTS Mag. III. 751) ist nur scheinbar richtig, und erklärt sich nach RITTER (a. a. O. IV. 599.) daraus, dafs die stärkere Wirkung jener schon während des Aufbaus nachläfst. Eine Vorstellung über die Stärke der galvan. Leitung des Wassers erhält man, wenn man die die Pole schliessende Wasserschicht sehr ausdehnt; dahin gehören GMELINS Beob. (CRELLS Ann. 1803. I. 151.), in denen eine 36 Fufs lange Wasserfläche den Schlag der Säule zwar schwächte, aber ihre übrigen Wirkungen doch noch merklich zeigte. ERMAN wählte das unisolirte, freibewegliche Wasser der Havel bei Potsdam, zu ähnlichen Vers., und sah die einfache Zink-Silberkette, noch bei einer Wasserbogenlänge von 249 Fufs wirksam. BASSE in Hameln stellte 1803 ähnliche Vers. an; indem 500 Fufs lange, zwischen den Polen befindliche Wasserschichten, dennoch Wirkung dieser Pole auf das Wasser bemerken liessen. Dräthe, jeder 4000 Fufs lang, gaben einander genähert noch Funken. GILBERTS Ann. XIV. 26. 28.

14) Bei jeder Säule, scheinen die Maxima ihrer einzelnen Wirkungen an gewisse Lagenzahlen gebunden zu seyn, und nach RITTER würden nur dann alle Wirkungen ihr Maximum bei einer und derselben Lagenzahl haben, wenn alle Bogen der Säule gleich gut leiteten; vergl. dessen Abh. III. 369. ff. Bei einer mit der §. 121, N. 3. angeführten Lauge

gebauten, 1000 schichtigen Kupfer-Zinksäule fand er das Maximum der Verbrennung bei 200—300 Lagen, über die hinaus der Funke an Energie verliert; das Maximum der chemisch-zerlegenden Wirkung bei 600; das des Schlages nirgends, sondern die Heftigkeit desselben wächst stets, hinauf bis 1000. — Hat die Säule irgend eine Wirkung gezeigt, so ist sie für eine kurze Zeit erschöpft; je schwächer die Säule im ganzen wirkt, um so längere Zeit bedarf sie, um zu neuen Wirkungen fähig zu seyn. Mit dieser momentanen Verminderung der Action, hört auch das Knistern und der eigenthümliche Metallgeruch vielschichtiger Säulen, eine Zeit hindurch auf. Erschöpfte Säulen, wirken nach v. ARNIMS, RITTERS u. a. Beob., zur Zeit eines Gewitters, von neuem und stärker. — Der Letztere glaubt auch bemerkt zu haben, daß frei bewegliche, horizontal schwebende VOLTA'sche Säulen, eine den magnetischen Polen der Erde entsprechende Stellung annehmen; ERMANN und HATCHETT (GILBERTS ANN. XXIX. 98.) sahen indess diese Beob. bei der Wiederholung der R.schen Vers. sich nicht bestätigen. Eben so hat sich bis jetzt auch die BUCHOLZISCHE Bemerkung (TROMMSDORFFS Geschichte des Galv. S. 199) noch nicht bestätigt, daß die Pole der Säule eine gewisse Wirkungsweite hätten, in deren Brennpuncten sie mehr wirkten, als näher oder ferner.

15) Nach RITTER findet eine vollkommen totale Schliessung der Säule nur dann Statt, wenn der schliessende Leiter an allen Gliedern der Säule vollkommen anliegt. Bei schwacher Spannung und rascher daurenden Succession der Spannung, sollen besser leitende Flüssigkeiten grössere Producte gewähren; bei

starker Spannung von nicht rascher und nicht anhaltender Succession, sollen hingegen schlechte Leiter bessere Dienste thun, als gute Leiter, und grössere chemische Producte geben. Für den ersteren Fall gewährt eine mit Salmiaklösung gebaute, aus wenig Lagen bestehende; für den letzteren eine mit Wasser gebaute vielschichtige Säule ein Beispiel. Nach R. fallen die Schläge einer Säule stärker aus, wenn man den Zinkpol mit einer mit Zink armirten feuchten Hand, den Silberpol mit einer mit Silber oder Platin armirten feuchten Hand schließt, als umgekehrt; und nach demselben Beobachter soll eigentlich jede galv. wirksame Kette; aus vier Gliedern bestehen (vergl. §. 115. N. 1.) GEHLENS J. f. Chem. Phys. u. Mineral. IV. 638; und C. H. PFAFF versichert, daß die Schwefelleber (Schwefelalkali) gerade so wie die Metalle mit blossen feuchten Leitern zu eigentlichen Säulen verbunden werden kann (GERLENS J. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 108.), womit oben S. 492 zu vergleichen ist.

16) Nach RITTER sollen einzelne Magnete, abwechselnd mit Wasser gelegt wie zwei verschiedene Metalle wirken, und so will er, die von den Polen der einzelnen Magnete gesammelte Electricität am Electrometer merkbar gemacht haben; vergl. §. 107. N. 6. R's Versuchen gemäß soll am magnetischen Eisen der Südpol + E und der Nordpol — E, am magnetischen Stahle hingegen, der Nordpol + E und der Südpol — E zeigen, weshalb der Südpol des magnetischen Eisens oxydirbarer als der des Stahls, und der Nordpol des magnetischen Stahls oxydirbarer als der des Eisens sey etc. Vergl. Intellig. Bl. d. Jen. Allg. Liter. Zeit. d. 5 Februar 1806.

17) Die electr. Anziehungen der 'Säulenelectricität, sind dieselben welche bei der gewöhnlichen Electric. vorkommen; rücksichtlich der Verbreitung der Electricität, oder der sogenannten electr. Atmosphären. Wirkung, hat VOLTA neuerlich Beobachtungen gemacht, denen zu Folge, die Elecir. sich nach dem umgekehrten Verhältniß der Entfernungen, nicht der Quadrate derselben, verbreite; was SIMON, RITTER und OERSTED bestätigten (GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 374.) und wonach das COULOMBSche Gesetz berichtigt werden muß; vergl. S. 435 dies. Grundr. — Mittelst der VOLTA'schen Säule lassen sich Leidner Flaschen und Batterien laden, wenn man den Leiter vom Zinkpol an den inneren, den des Silberpols an den äusseren Beleg bringt. Vergl. CRUIKSHANK in GILBERTS Ann. VII. 195. HELLWICH ebend. 493. van MARUM ebend. X. 123. RITTERS Folgerungen die Identität der gewöhnlichen und der galv. Electricität betreffend, bei Gelegenheit ähnlicher Vers. ebend. XIII. 265. ff. Derselbe Physiker vermuthet, daß die freie Electricität electricischer Fische, mit Hülfe einer grossen Batterie gesammelt werden könne; vergl. oben §. 120. N. 7.

18) Mehrere französ. Physiker, unter andern LAPLACE, COULOMB, HALLE, MONGE, BIOT etc. versuchten die VOLTA'sche Säule mathematischen Berechnungen zu unterwerfen; dasselbe that späterhin auch GILBERT. In zwei Scheiben sey der Unterschied der Spannung $= 2b$ ($= a$); jede der isol. Platten S, Z, werde $S = -b$ und $Z = +b$, oder wenn an Z oder S eine Ableitung ist, im ersten Falle $Z = 0$, $S = -2b$ und im anderen $Z = +2b$, $S = 0$; so giebt es folgende Schemate, wo A, wenn Z ableitend,

B wenn S ableitend und I das Mittel hiervon, wenn die Säule isolirt ist, so wie D wenn sie auf beiden Seiten völlig ableitend berührt wird, und mithin durchaus o erhält. b ist hierbei = I gesetzt.

	A.	B.	C.	D.
S =	— 6.	o.	— 3.	o.
Z =	— 4.	+ 2.	— I.	o.
Fl.				
S =	— 4.	+ 2.	— I.	o.
Z =	— 2.	+ 4.	+ I.	o.
Fl.				
S =	— 2.	+ 4.	+ I.	o.
Z =	o.	+ 6.	+ 2.	o.

Es sind diese Grundformeln der VOLTA'schen Ansicht der Electricitätserregung und Vertheilung gemäß entwickelt, und es läßt sich darnach die Stärke der Electricität, sowohl der obersten Zink, als auch der untersten Silberplatte bestimmen, wie dieses GILBERT gezeigt hat; vergl. TROMMSDORFFS Gesch. d. Galvan. 194—197. REINHOLD ebend. 230—239.

19) Schon bei den früheren Versuchen mit seiner Säule, beobachtete VOLTA, daß ein nasser Papierstreifen, der mit seinen beiden Enden, die Pole der Säule herührt, eine Ladung erhält, die noch nach Entfernung des Streifens an der Säule fort dauert, auch fand er, daß reines Wasser, in einer gekrümmten Röhre galvanisirt, in kurzer Zeit die Fähigkeit bekommt, in den Muskeln eines präparirten Frosches Contractionen zu bewirken; GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 122. Auch GMELIN sah Muskelcontractionen erfolgen, als er ein Froschpräparat mit dem Wasser in Berührung brachte, worin zuvor die beiden Poldräthe einer Säute wirksam gewesen waren

v. CRELLS Ann. 1803. I. 151. Ferner bemerkte GAUTHEROT an den sammt den Wasser ausgehobenen (von der Säule getrennten) Poldrätthen, einige Zeit hindurch noch Wirkungen, denen ähnlich, welche sie in ihrer vorigen Verbindung zeigten; nur mit dem Unterschiede, daß die Schläge und das Funkengeben bald aufhörten, die Wirkung auf die Zunge aber noch lange nachblieb. Der Verfolg vorzüglich dieser GAUTHEROT'schen Beob. führte RITTER zu der Erfindung einer Vorrichtung, die, nachdem sie eine Zeit hindurch in der Kette der VOLTA'schen Säule gestanden, nach aufgehobener Verbindung mit dieser Säule dieselben Erscheinungen, wiewohl schwächer und von kürzerer Dauer gewährt, als die VOLTA'sche Säule selbst, und von RITTER Ladungssäule, von VOLTA u. a. secundäre Säule genannt wird. Sie besteht aus abwechselnden Lagen eines Metalls (z. B. Kupfer) und reinen Wassers, mit welchem Papp-scheiben getränkt sind. Vergl. VOIGTS Magaz. VI. S. 115—129. 181 u. ff. VOLTA hat gegen diese Entdeckung verschiedene Einwürfe gemacht, und hält sie für unvollkommene gewöhnlichen Säulen, indem er behauptet, daß die Ladungssäule ihre Entstehung lediglich der electrometrischen Kraft der sauren und alkalischen Schichten verdankt, welche die Oberflächen des Leiters der ersten Klasse, der eine Zeitlang der gewöhnlichen Säule unterlegt wird, überziehen, und die aus der Zersetzung der Salze entstehen, welche gewöhnlich in der Flüssigkeit, die zu den Säulen gebraucht wird, enthalten sind. Vergl. VOLTA in GILBERTS Ann. XIX. 490. u. BRUGNATELLI in GEHLENS Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. VIII. 355. CONFIGLIACHI errichtete ähnliche Säulen aus den ge-

trennten Organen des Zitterrochens; GEHLEN a. a. O. IV. 657. u. vergl. §. 120. N. 7. dies. Grundr. 20) Ueber ROBERTSONS u. a. electr. Säure, über BRUGNATELLI'S electr. Säure (Ossieletrico), über HILDEBRANDTS u. a. Meinung, daß $+E =$ freie Expansivkraft, $-E =$ freie Compressivkraft sey; über LICHTENBERGS Vorschlag die Electricität aus Sauerstoff, Wasserstoff und Wärme bestehen zu lassen (vergl. Vorrede zu ERXLEBENS Naturlehre 6te Aufl. und WINTERLS oben angeführte Ideen); über einen andern Vorschlag SCHELLINGS (denn er jedoch in späteren Zeiten nicht weiter vertheidigt hat) die Electr. aus dem Sauerstoffe durch mechanische Zerlegung entstehen zu lassen; über die Meinung einiger Physiker, daß jeder Körper eine eigenthümliche Electricität zu entwickeln vermöge, und über die oben (Cap. V.) geäußerte Vermuthung: daß das Wasser selbst die Quelle der Electricität, oder wenigstens des electricischen Gegensatzes sey etc. mündlich. — Ausser den angeführten Schriften vergl. man noch: J. F. ERDMANN Dissertat. utrum aqua electricitatem columnae a Cel. VOLTA inventae in elementa sua dissolvitur? Witemb. 1802. 4. F. G. GMELIN Diss. sist. observationes chemic. et physic. de electricitate et galvanismo. Tübing. 1802. — JUCHS Ideen zu einer Zoochemie. Erfurt 1800. 8. C. H. PFAFF, über die strengen Winter, vorzüglich des 18ten Jahrhunderts und der letztverflossenen strengen Winter von 1808 u. 1809. Kiel. 8. (Unter andern enthaltend einen Vers. die Entwicklungsepochen im Leben der Erde zu bestimmen; vergl. S. 566 dies. Grundr.) Ausser den im Vorhergehenden bereits gedachten Physikern, die sich um den Galvanismus verdient gemacht

haben, verdienen nebst mehreren Andern noch folgende genannt zu werden. BAGET, v. BARNEVELD, BRISSON, CURTET, CUVIER, DESMORTIENS, DRECHSLER, EBELING, EICHHOFF, FLASHOFF, GERBOIN, J. F. GMELIN, GRASHOFF, GRIMM, W. GRUNER, HARKE, HEDEBRAND, HORKEL, HUTH, JACOBI, KLAPROTH, v. KLENAU, KLINGER, KORTUM, LAPLACE, LANDRIANI, LEHOT, LEYTERY, LÜDIKE, MARCUS, MEDGER, MOYES, MÜLLER, NEUMANN, PRIESTLEY, REMER, SCHIMMING, SEYFFERT, SPRENGER, STEFFENS, v. TORAST, TOURDES, UNGER, WOLFF, WOLLKE etc.

§. 123.

Die verschiedenen Versuche mit der VOLTA'schen Säule zeigen unter anderen deutlich, a) dafs die anziehenden Wirkungen verschieden gearteter Materien oder Stoffe, allgemeineren und namentlich den magnetisch-electrischen Wirkungsverhältnissen untergeordnet werden können; b) dafs dieses Unterordnen in der Regel mit Hülfe des Wassers geschehe, d. i. mittelst einer Substanz, welche rücksichtlich der Qualitäten der übrigen Stoffe, als durch die allgemeinsten materiellen Kraftverhältnisse bedingt (und dadurch im gleichen Maasse einfach) erscheint. c) dafs das Wasser dabei zur Entwicklung entgegengesetzter Qualitäten gelange (oder in entgegengesetzte Bestandtheile zerlegt werde), welche ebenfalls rücksichtlich der einzelnen Qualitäten der

übrigen Stoffe, einen eben so allgemeinen Werth und ein eben so einfaches Verhältniß behaupten, als das Wasser gegen jene Stoffe selbst, und d) daß zwar alle durch Berührung bewirkte Reaction heterogener Stoffe, stets von electricer oder auch galvanischer Erregung begleitet (oder sehr häufig dadurch eingeleitet) sey, diese electr. Erregung der Stoffe, jedoch erhöht oder vermindert werden könne, und es mithin zum Theil in der Gewalt des Experimentators stehe, jene Erregungsverhältnisse mehr oder minder unwirksam zu machen. Von selbst drängt sich uns dabei die Frage auf, wie die anziehenden Wirkungen der einzelnen Stoffe unter sich, so wie die der Wasserbestandtheile zu sich selbst und zu diesen Stoffen, sich verhalten werden, wenn wir jene magnetisch-electrischen Einflüsse möglichst beseitigen? Und, indem wir die Anziehungsverhältnisse einzelner verschieden gearteter Materien unter sich, so weit wie die Erfolge dieser Anziehungen zunächst in Mischungen oder Durchdringungen der Materien bestehen, untersuchen, werden wir uns der Beantwortung dieser Frage nähern. Einstweilen vergl. §. 28 etc. 32 etc.