

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1801, FÜNFTES STÜCK.

---

## I.

BEMERKUNGEN UND VERSUCHE  
*über die Oxydirung des Zinks in verschiedenen Mitteln, als Ursach der Wirkjamkeit galvanischer Batterieen; und eine Methode, die Kraft dieser Batterieen, beträchtlich zu erhöhen,*

von

HUMPHRY DAVY,

Oberaufseher des pneumatischen Instituts. \*)

**D**ie interessante Beobachtung des Oberst Lieutenants Haldane, daß im Vacuo der Luftpumpe der Galvanismus nicht erregt werde, \*\*) veranlaßte mich zu einer genauen Untersuchung über den Ein-

\*) Ins Kurze zusammengezogen aus drei Aufsätzen Davy's in Nicholson's *Journal* etc., Vol. 4, p. 337, 380 und 394. d. H.

\*\*) *Annalen der Physik*, 1801, VII, 192 und 212. d. H.

fluß der atmosphärischen Luft auf die galvanischen Phänomene, wobei ich auf mehrere neue Thatfachen kam, die ich hier systematisch zusammenreihen will, und die uns hoffentlich bald zu einer vollständigen Erklärung der galvanischen Erscheinungen führen werden. Vorläufig bemerke ich, daß die Voltaischen Säulen, die ich dem Einflusse künstlicher Luftarten aussetzte, auf die gewöhnliche Art horizontal errichtet wurden, \*) und daß man ihnen mit einem Harzkitte an zwei oder drei Stellen längs den Seiten, ohne doch dadurch die freie Circulation der Luft zu unterbrechen, die gehörige Festigkeit gab, damit sie, schief gestellt, nicht aus einander fielen. Ich hatte mich durch vielfache Versuche überzeugt, daß eine in *Wasser getauchte Säule* in der atmosphärischen Luft, sobald man sie herauszieht, ohne abgetrocknet zu werden, wiewohl schwächer als zuvor, wirkt: wiederholtes Eintauchen vermindert dann ihre Wirksamkeit nicht weiter. Daher brachte ich Säulen, die in künstlichen Gasarten wirken sollten, durch das Wasser, welches das Gas sperrte, in den mit der Gasart gefüllten Recipienten, und stellte sie mittelst einer Metallplatte, die an das untere Ende der Säule angekittet war, über das Sperrwasser. Mit den Enden der Säulen waren Drähte verbunden, die in eine kleine Röhre voll destillirten Wassers gingen, und die ich von außen mit Wachs bekleidet hatte.

\*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 202, 157 und 192. d. H.

*Sowohl in einfachen galvanischen Ketten, als in galvanischen Batterieen aus Zink, Silber und reinem Wasser, (worunter hier und in der Folge insbesondere Wasser verstanden wird, das weder Sauerstoffgas, noch Salpetergas, noch andere Säuren aufgelöst enthält,) scheint bei der gewöhnlichen Lufttemperatur der Zink nicht oxydirt zu werden, so lange das Wasser rein ist.*

Dafs manche Metalle, die sich in Wasser, welches dem freien Zutritte der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, allmählig verkalken, in reinem Wasser keine Veränderung leiden, ist längst bekannt. \*) Dieses ist ganz besonders der Fall mit Zink.

Zink mit Silber und Wasser unter freiem Zutritte der atmosphärischen Luft in Berührung gesetzt, oxydirt sich weit schneller, als wenn er blofs mit Wasser in Berührung ist, wie zuerst Dr. Asch bemerkte. \*\*) Wäre dieses schnellere Oxydiren dem Einflusse von *Electricität* zuzuschreiben, die durch das Berühren der beiden Metalle unter einander erregt würde; so dürfte man erwarten, dafs Zink mit Silber und reinem Wasser in einer einfachen, oder wenigstens in der verstärkten Kette, (wenn in der Voltaischen Zink-Silber-Säule das Tuch mit rei-

\*) Man vergl. Fabroni's Aufsatz in den *Annalen der Physik*, IV, 431 d. H.

\*\*) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 436, und V, 52. d. H.

*nem Wasser* genäht ist,) sich ebenfalls oxydiren würde. Fabroni behauptet dagegen, daß einfache galvanische Ketten mit Wasser sich *nicht* oxydiren, wofern nicht die atmosphärische Luft Zutritt hat; und daß in der galvanischen Batterie der Zink, wenn er mit *reinem* Wasser in Berührung ist, sich nicht oxydire, zeigen die folgenden Versuche.

a. Eine kleine Voltaische Säule aus Zink-, Silber- und Pappscheiben, welche letztern mit Wasser, das eben gekocht hatte, angefeuchtet waren, wurde *in Wasser gesetzt*, das lange gekocht hatte und noch warm war. Um es vor Berührung der atmosphärischen Luft zu sichern, wurde ein harziger Kitt über das Wasser verbreitet, und an das Glas, nachdem es sich etwas abgekühlt hatte, befestigt. Daß Terpenthinöl, ja selbst gemeines Oehl, dazu nicht tauglich gewesen wäre, wird aus dem Folgenden erhellen. Nach 2 Tagen wurde die Säule aus dem Wasser herausgenommen. Kaum waren die Zinkplatten etwas angelaufen. \*) Im Wasser der mit der Säule verbundenen Röhre hatte sich kein Oxyd abgesetzt und kein Gas entwickelt. — Eine ähnliche Säule,

\*) Daß sie doch etwas angelaufen waren, ist dem Umstande zuzuschreiben, daß es unmöglich ist, sowohl Wasser von *aller* atmosphärischen Luft, die es aufgelöst enthält, durch Kochen zu befreien, als auch während des Abkühlens des Firnisses, (*Cement*.) der Luft allen Durchgang durch denselben zu verwehren.

die während einer gleichen Zeit unter Wasser, welches mit der atmosphärischen Luft in Berührung war, stand, hatte etwas Gas entbunden, und viel weisses Oxyd abgesetzt; auch waren die Zinkplatten an der äussern und innern Seite ganz weiss geworden. \*) In beiden Versuchen war die Lufttemperatur  $54^{\circ}$  bis  $61^{\circ}$  F.

b. Dafs nicht *das Umgeben der Voltaischen Zink-Silber-Säule mit einer elastischen Flüssigkeit* hinreicht, den Zink in ihr fähig zu machen, *reines* Wasser zu zerletzen, zeigte sich, als ich Säulen in *Wasserstoffgas*, *Stickgas*, *oxydirtes Stickgas* und *Kohlenstoff-Wasserstoffgas* brachte, und sie verschiedene Zeiten über darin liess. In keiner dieser Gasarten war der Zink der Säulen stärker als im *reinen*, (mit Firniss übergossenen,) Wasser oxydirt. Wenn ich die Säule durch das Sperrwasser in eine dieser Gasarten brachte, hörte sie nach 5 bis 6 Minuten auf, in ihrer Röhre Gas zu entwickeln, indem während dieser Zeit sich die atmosphärische Luft verzehrte, die in dem Wasser zwischen den Platten aufgelöst war. Ihre Wirksamkeit liess sich ihr nicht wiedergeben, wenn man frisches Gas von derselben Art hinzuliefs, zeigte sich aber, tauchte man die Säule in Wasser, das sich mit atmosphärischer Luft geschwängert hatte, augenblicklich durch Gasentbindung in der Röhre wieder.

\*) Dieses berichtet Haldane's Versuch, *Annal.*, 1801, VII, 192. d. H.

c. Als eine galvanische Säule sich 14 Stunden lang im *luftverdünnten Raume* der Luftpumpe, wo die Barometerprobe auf 0,9 Zoll stand, befunden hatte, waren die Zinkplatten leicht angelauten, doch hatte sich kein weisses Oxyd auf ihnen gebildet. Zahlreichen Versuchen zu Folge fand ich, daß, wenn die Luftverdünnung so weit getrieben ist, daß die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll steht, alle Wirkung der galvanischen Säule aufhört, selbst wenn ihre Pole durch Drähte mit der atmosphärischen Luft verbunden sind, und das Wasser, auf welches sie wirkt, in Berührung mit der äussern Luft ist.

2.

*Ist der Zink der galvanischen Batterie in Berührung mit Wasser, welches atmosphärische Luft, Sauerstoffgas, Salpetergas, Salpeter- oder Salzsäure etc. aufgelöst enthält, so wird er oxydirt, und die Batterie zeigt sich wirksam. Dieses beweist eine grosse Menge von Versuchen:*

a. Eine Voltaische Säule, deren Pappscheiben mit Wasser getränkt waren, wirkte in *atmosphärischer Luft*, die ich in einem Glascylinder über Wasser gesperrt hatte, 2 Tage lang, bis der Sauerstoff dieser Luft fast ganz verzehrt war. — Eine von *Sauerstoffgas* umgebene Säule zersetzte das Wasser in der Röhre weit schneller; \*) dagegen eine von Sal-

\*) Vergleiche Haldane's Versuch, *Annalen*, VII, 212. d. H.

*petergas* umgebene langsamer, als eine Säule in atmosphärischer Luft. Gerade so oxydirt sich der Zink in Sauerstoffgas schneller, in Salpetergas langsamer, als in gemeiner Luft.

b. Dafs indess zu den galvanischen Wirkungen keine Umgebung mit einer oxydirten *elastischen* Flüssigkeit nothwendig erfordert wird, beweist Folgendes. Als die Säulen, welche in den 1, b, genannten, nicht mit Sauerstoff gesättigten Luftarten \*) unwirksam standen, in das Sperrwasser getaucht, und, ohne die äufsere Luft berührt zu haben, gleich wieder in jene Gasarten zurück gebracht wurden, zeigten sie sich im Augenblicke wirksam. Dafs dieser oft wiederholte Erfolg blofs der atmosphärischen Luft, womit sich das Sperrwasser geschwängert hatte, zuzuschreiben ist, beweist der Umstand, dafs, wenn das Sperrwasser mit oxydirtem Stickgas getränkt war, \*\*) sie durch das Eintauchen in dasselbe ihre Wirksamkeit nicht wieder erhielten.

c. Ich habe durch viele Versuche, die ich künftighin umständlicher bekannt machen werde, gefunden, dafs luftleer gemachtes Wasser aus dem Terpenthin-Spiritus Luft an sich zieht, wenn dieses Oehl von der atmosphärischen Luft frei berührt wird.

\*) Das oxydirte Stickgas ist nach Davy's Untersuchungen nur etwas, nicht völlig, oxydirt. d. H.

\*\*) Ich habe in meinen Untersuchungen über dieses Gas, (vergl. *Annalen*, IV, 105,) gezeigt, dafs es sehr viel atmosphärische Luft aus dem Wasser treibt.

Davy.

Die Volta'sche Säule in *Terpenthin-Spiritus* gesetzt, bleibt darin lange Zeit über, und ist eben so stark als in atmosphärischer Luft, wirksam, da das Wasser in den Pappscheiben der Säule die verlierende Luft aus dem Terpenthin-Spiritus ersetzt. — In *Weingeist* wirkt sie nur kurze Zeit über, weil dieser sich mit dem Wasser in der Pappe vermischt.

d. Eine Säule, die im Wasserstoffgas ihre Wirksamkeit verloren hat, erhält sie ungeschwächt durch ein augenblickliches Eintauchen in sehr verdünnte *Salzsäure*, und selbst verstärkt durch ein augenblickliches Eintauchen in verdünnte *Salpetersäure* wieder, behält sie aber freilich nur eine kurze Zeit über, bis die Säure zersetzt oder geschwängert ist. Dafs aber der Zink im Auflösen in Salz- und Salpetersäure oxydirt wird, ist eine wohlbekannte Thatsache. \*)

e. Zehn Plattenpaare Zink und Silber wurden mit Kitt so über einander befestigt, dafs ein Paar das andere nirgends berührte, und die Zwischenräume, die sonst das nasse Tuch einnimmt, jetzt blofs mit Luft oder mit der anzuwendenden Gasart, (Nichtleitern des Galvanismus,) gefüllt war, welcher ein freier Durchzug offen blieb. Eine

\*) Wie mit allen diesen Versuchen Volta's Methode, eine Säule Wochen lang wirksam zu erhalten, indem er sie, um das Verdünsten des Wassers zu verhindern, mit Wachs oder Harz umschlofs, (*Annalen*, VI, 345,) zu vereinigen ist, sehe ich nicht recht ab. d. H.



Röhre voll Wasser stand mit den Endplatten durch Silberdrähte in Verbindung. Als ich diese Säule, ohne sie vorher zu befeuchten, in ein mit einem Stöpsel versehenes Glas voll *oxydirten salz auren Gas* brachte, war nicht die mindeste galvanische Wirkung zu bemerken, und auch nach vollen 2 Stunden hatte sich in der Wasserröhre weder Gas entbunden, noch der Draht der Zinkseite oxydirt. Doch hatte das Gas auf die Platten der Säule gewirkt, und sie waren warm geworden. — Darauf nässte ich diese Säule, indem ich sie in Wasser tauchte; aber auch jetzt zeigte sie sich weder vor noch nach dem Abwischen in der atmosphärischen Luft wirksam. Als ich sie nun aber in das Glas mit oxydirtem salzlauren Gas brachte, fing der Draht der Zinkseite augenblicklich an, sich mit größter Lebhaftigkeit zu oxydiren, und der Draht der Silberseite den reichlichsten Gasstrom auszustoßen; und dieses dauerte so lange, bis im Glascylinder die grünliche Farbe verschwunden war. — Dieser Versuch bestätigt nicht nur die vorigen Resultate aufs beste, sondern scheint auch zu beweisen, daß der Grund, warum in Volta's Säule eine große Berührungsfläche der Metalle mit dem feuchten Leiter erfordert wird, \*) darauf beruht, daß eine größere Zinkfläche oxydirt werde. Denn im letzten Versuche waren die Plattenpaare nur durch sehr wenig Wasser mit einander verbunden, und dies wenige

\*) *Annalen*, VI, 344.

reichte doch hin, die electricischen Ströme bei ihrem Umlaufe gehörig fortzuleiten.

## 3.

*Die Wirksamkeit der Voltaischen Zink-Silber-Säule scheint der Kraft des flüssigen Leiters in ihr, den Zink zu oxydiren, nahe proportional zu seyn.*

Dieses erhellt schon aus dem bisher Angeführten. In den Gasarten, worin der Zink sich schneller oxydirt, ist auch diese Säule wirksamer, so weit es sich durch Wasserzersetzung zeigt, und die Kraft einer Säule, Schläge zu geben und Wasser zu zersetzen, wird unglaublich durch Eintauchen derselben in *Salzsäure*, und noch mehr in verdünnte *Salpetersäure* erhöht; Stoffe, die lediglich den Zink in Stand setzen, sich schneller zu oxydiren. — Auf diesen Satz, (dem gemäß die Kraft der Säule in keinem grossen Zusammenhange mit der Schnelligkeit stehn würde, womit sie Wasserstoffgas aus Wasser entbindet,) läßt sich die Idee einer *weit kräftigern galvanischen Batterie*, als die bisherigen, gründen, in so fern es bei ihr nicht bloß auf schnelle Wasserzersetzung abgesehen ist. Ich kittete Silber- und Zinkplatten, jede 1,2 Zoll ins Gevierte, mit einem Harzkitt auf einander, und kittete darauf 18 solcher Plattenpaare in einen dazu eingerichteten länglichen Kasten oder Trog, so daß sie wasserdichte Zellen zwischen sich ließen. \*)

\*) Wie man sieht, eine *galvanische Batterie nach*

a. Gofs ich in die Zellen dieser Batterie *Wasser*, so war ihre Wirkung kaum merkbar, zeigte sich dagegen unglaublich verstärkt, wenn man *Salzfäure* hineingofs. Ihre Kraft, Schläge zu geben und Wasser zu zerletzen, war dann wenigstens der einer gewöhnlichen Voltaischen Säule von 70 Lagen gleich. Noch mächtiger wirkte sie, wenn man *verdünnte Salpeterjäure* in die Zellen gofs; und als dies mit *concentrirter Salpeterjäure* geschah, war der erste Schlag so gewaltig, daß meine Finger davon auf einige Sekunden erstarrten, und daß ich mir keinen zweiten Schlag geben zu lassen wagte. Ich mußte die Batterie sogleich in ein Gefäß mit Wasser tauchen, um ihrer Vernichtung zuvorzukommen, und es blieb mir daher keine Zeit, ihre Wirksamkeit im Wasserzerletzen zu erforschen. — Schon 3 Plattenpaare geben mit starker Salpeterjäure einen sehr merkbaren Schlag, und 5 einen Schlag, völlig so stark, als eine gewöhnliche Voltaische Säule von 30 Lagen. Da diese Säure das Silber angreift, habe ich mich mit Kupfer-, Eisen- und Zinkplatten versehen, und hoffe aus ihnen und Salpeterjäure ei-

*Cruikshank's Construction*, wie er sie in den *Annalen*, 1801, VII, 99, beschreibt, und sich ihrer zu seinen meisten Versuchen bediente. Da sie, mit Hülfe der Säuren, ohne umgebaut oder gereinigt zu werden, immerfort wirksam bleibt, bis das sich oxydirende Metall gänzlich zerstört ist; so giebt ihr auch *Davy*, nicht mit Unrecht, den Vorzug vor der Voltaischen Säule. *d. H.*

ne Batterie, nicht minder wirksam als die größte electriche Batterie, zu erhalten. \*) Aus diesen Versuchen erklärt sich denn auch sehr leicht die Verstärkung der Batterie, wenn man sich in ihr zum

\*) Meine spätern Versuche, die Kraft galvanischer Batterien mit Salpetersäure, mit der Kraft gewöhnlicher Säulen zu vergleichen, sind mir nicht besser gelungen. Die schnelle Wirkung der Säure, die Gasentbindung, wobei die Platten durch Feuchtigkeit in leitende Verbindung kommen, und die Hitze, welche entsteht, tragen alle dazu bei, das Resultat unzuverlässig zu machen. Die kleinste Menge von Plattenpaaren, aus welchen ich bei Salpetersäure einen Schlag zu erhalten vermochte, war 3, und 6 Paar mit mäßig starker Salpetersäure gaben einen schneidenden Schlag, (*more acute,*) als eine gewöhnliche Säule aus 27 Lagen, der sich aber nicht so weit zu verbreiten schien, und nur bis an die obern Gelenke der Finger gefühlt wurde. Stets gaben 12 und mehrere Plattenpaare einen Schlag, der schneidender und schmerzhafter, aber mehr local und nicht so weit verbreitet war, als der Schlag einer gewöhnlichen Säule aus 4 bis 5mal mehr Plattenpaaren. Da die Salpetersäure den Kitt schnell auflöste, so liefs sich der Trog zu diesen Versuchen nicht brauchen, sondern sie wurden mit Säulen angestellt, deren Tuch in Salpetersäure getränkt wurde; doch war es auch hier unmöglich, zu verhindern, dafs sich die Seiten der Platten nicht nästen, wodurch eine leitende Verbindung entstand, welche die Wirksamkeit der Säule beträchtlich schwächen mußte.

feuchten Leiter des Kochsalzes oder flüssigen Salmiaks, statt bloßen Wassers, bedient.

b. Stark *concentrirte Schwefelsäure* hat nur eine sehr geringe Wirkung auf Zink; *diluirte* löst sie ihn dagegen mit der größten Schnelligkeit auf. Entsteht daher die Wirkung der galvanischen Zink-Silber-Batterie hauptsächlich durch Oxydation des Zinks, so muß, wenn concentrirte Schwefelsäure in die Zellen des Kastens gegossen wird, die Wirkung viel geringer seyn, als wenn man dazu verdünnte Schwefelsäure nimmt. Dieses zeigte sich in der That in meinen Versuchen. Eine Cruickshanksche Batterie, wo 20 Plattenpaare Silber und Zink mit einem Kiste aus Wachs in den Trog eingesetzt, und die Zellen mit der stärksten *concentrirten Schwefelsäure* vom specifischen Gewichte 1,9 voll gegossen waren, gab mittelst der gewöhnlichen Methoden gar keine galvanische Empfindung, einen geringen kaustischen Geschmack ausgenommen. Befand sich dagegen *verdünnte Schwefelsäure* in den Zellen, so

Durch augenblickliches Eintauchen in Wasser wurde die Wirksamkeit einer solchen mit Salpetersäure errichteten Säule nur wenig geschwächt, daher die *erhöhte Wärme* der Platten, an der außerordentlichen Wirksamkeit dieser Säule nur wenig Antheil haben kann.

Auch Kupfer und Zink wirken mit Salpetersäure gar mächtig. Eisen und Zink scheinen mit Salzsäure und Salpetersäure gleich wirksam zu seyn.

Davy.

erhielt man von der Batterie in den genähten Fingern Schläge, und es zeigte sich Zerfetzung des Wassers auf die gewöhnliche Art. \*) — Als die Zellen einer solchen Batterie, die aus 10 Paar Kupfer- und Zinkplatten bestand, concentrirte Schwefelsäure enthielten, äußerte sie nicht die mindeste galvanische Kraft; wurde aber nur in jede Zelle ein Tröpfchen Wasser zur Säure gebracht, so zeigte die Batterie sich augenblicklich durch Wasserzerfetzung wirksam; ein Beweis, daß die concentrirte Schwefelsäure zu den vollkommnern galvanischen Nicht-

\*) Daß, wie hiernach zu schließen ist, die Wirksamkeit verdünnter Schwefelsäure, welche Zink mit größter Schnelligkeit auflöst, in einer Batterie von 20 Plattenpaaren, mit der Wirksamkeit concentrirter Salpetersäure in einer Batterie von 18 Plattenpaaren nicht in Vergleich kommt, scheint mir zu beweisen, daß es mit Davy's drittem Satze, (mit der Proportionalität zwischen der Kraft der Batterie und der Oxydirung des Zinks in ihr,) nicht seine völlige Richtigkeit habe. Vermuthlich ist die Oxydirung des Zinks nur eins der Momente, (und zwar ein unumgänglich nothwendiges,) für die Wirksamkeit der Zinkbatterien, und es kommt dabei noch Mehreres in Anschlag; ganz besonders vielleicht die wahrscheinliche Bildung von Salpetersäure am Zinkende und an allen Zinkplatten, und von Ammoniak am Silberende und an allen Silberplatten der galvanischen Zink-Silber-Batterie; ein Umstand, auf den Davy bei seinen fernern Versuchen selbst geführt wurde.

d. H.

leitern gehört, deren Zwischenseyn zwischen den Platten die electricischen Wirkungen der Batterie vernichtet.

c. *Liquide Schwefellebern, (sulfurets,)* können dem Zinke keinen Sauerstoff zuführen; folglich muß die Zink-Silber-Säule, in der sie sich als nasser Leiter befinden, keine galvanische Wirkungen äußern. In der That äußerte eine Zink-Silber-Säule aus 25 Plattenpaaren und Tuchscheiben, die ich in liquidem *Schwefel-Strontian* getränkt hatte, nicht die mindeste galvanische Wirkung; kaum waren aber die Seiten der Säule mit ein wenig Salpetersäure befeuchtet worden, so gab sie Schläge, so stark als eine gewöhnliche Voltaische Säule von gleicher Größe. Und doch ist das galvanische Leistungsvermögen dieser flüssigen Schwefellebern zum mindesten dem des Wassers gleich, da, wenn zwei Gefäße damit gefüllt, und das eine mit dem Zinkende, das andere mit dem Silberende der Säule durch Drähte verbunden sind, sie den Fingern beim Hineintauchen einen Schlag zuführen, der nicht minder empfindlich als der ist, den man erhält, wenn die Gefäße voll Wasser sind. — Bringt man liquiden *Schwefel-Strontian* in einer Glasröhre, mittelst Silberdrähte, mit der Batterie in eine geschlossene Kette, so entbindet sich am Drahte der Silberseite Gas, und der Draht der Zinkseite oxydirt sich.

d. Wir haben vorhin gesehen, daß die gemeine, (mit Wasser construirte,) Voltaische Säule ihre Wirksamkeit unter dem Recipienten der Luftpumpe völlig

verliert, wenn die Barometerprobe bis unter 0,6 Zoll gesunken ist. Dies fehlt nie. Liegt der Grund hiervon lediglich darin, daß der Zink sich nicht weiter zu oxydiren vermag, wenn man alle atmosphärische Luft aus dem Wasser in der Säule auspumpt, so müßte eine Säule, deren feuchter Leiter *Salpetersäure* oder *verdünnte Schwefelsäure* ist, auch in jenem luftverdünnten Raume noch wirksam bleiben. Ich befeuchtete die Zellen einer Cruickshankschen Batterie aus 12 Paar Zink- und Silberplatten nur so eben mit etwas Wasser, und ließ dann in jede einen großen Tropfen *Salpetersäure* fallen. Augenblicklich zeigte sich an den Drähten, die mit den Enden der Batterie verbunden waren, eine Wasserzersetzung. Nun wurde die Batterie unter einen mit einer Lederbüchse versehenen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, der an das Zinkende der Säule befestigte Silberdraht in ein Gefäß voll Wasser, das lange gekocht hatte, geleitet, und der Draht des Silberendes mittelst eines Harzkitts so an den Messingdraht, der durch die Lederbüchse luftdicht durchging, befestigt, daß er, wenn die Luft weit genug ausgepumpt war, sich in dasselbe Gefäß mit Wasser hinabschieben ließ. Dies geschah, als die Barometerprobe auf 0,6 Zoll stand. Sogleich begann der Draht der Zinkseite sich zu oxydiren, und der Draht der Silberseite Gas zu geben. Dieses dauerte mehrere Minuten lang, und der Prozeß wurde, als man nach Aufhören desselben die atmosphärische Luft zuließ,

nicht



nicht merklich wieder angefaßt. Bei einer Wiederholung dieses Versuchs traf alles auf dieselbe Art ein. Bei dem verminderten Luftdrucke unter dem ausgepumpten Recipienten war die Gasentbindung am Drahte der Silberseite merklicher als zuvor, indess sich am Drahte der Zinkseite offenbar weniger Oxyd bildete, weil wahrscheinlich ein Theil der Säure zwischen den Platten im luftverdünnten Raume die Gasgestalt annahm, auch hier das Salpetergas, das sich zwischen den Platten entband, nicht so, als in der Atmosphäre, wieder zum Theil zu Salpetersäure werden konnte.

Wurde in jede der angefeuchteten Zellen dieser Batterie aus 12 Plattenpaaren ein Tropfen *Schwefelsäure* gebracht, so vermochte sie im luftverdünnten Raume, wo die Barometerprobe auf 0,6 Zoll stand, reines Wasser eine halbe Stunde lang und länger zu zersetzen. Die Oxydierung war fast so stark als in der atmosphärischen Luft, und, (was besonders merkwürdig ist,) in diesem Falle gab auch der sich oxydirende Draht etwas Gas, inzwischen der Draht der Silberseite nur sehr wenig Gas entband. \*)

\*) Man sieht hieraus auch, daß zu den galvanischen Wirkungen keinesweges wesentlich *Sauerstoff in so loser Verbindung*, und in dem *eigenthümlichen Zustande* erfordert wird, in welchem er, wenn brennbare Körper ihn anziehen, Entzündung und Brennen bewirkt, und in welchem ich ihn in meinen frühern, noch unreifen chemi-

Will man diese Versuche im luftverdünnten Raume nachmachen, so muß man vorzüglich darauf sehn, nicht allzu viel Säure in die Zellen der Batterie zu bringen. Zwei oder drei Tropfen in jeder sind hinlänglich, besonders wenn man die Zellen zuvor etwas genäßt hat. Mehr Säure braust allzu heftig im luftverdünnten Raume auf, so daß die Schneiden der Platten angefeuchtet, und dadurch die Zellen in leitende Verbindung gesetzt werden. Und dann bleibt der Erfolg aus. — Das Wasser, dessen man sich im luftverdünnten Raume

schen Speculationen für gebunden an den Lichtstoff hielt. — Ob Wasser zum galvanischen Prozeß wesentlich nothwendig ist, das zu entscheiden, hat seine große Schwierigkeit, da in allen galvanischen nicht-metallischen Leitern, die man bis jetzt untersucht hat, Wasser in größerer oder geringerer Menge enthalten ist. Folgende Thatsache scheint indess dafür zu stimmen. Die von mir im Jul 1799 zufällig entdeckte Verbindung von concentrirter Schwefelsäure mit oxydirter Salzsäure, (die man erhält, wenn man oxydirt salzsaures Kali in concentrirte Schwefelsäure bringt, oder oxydirt salzsaures Gas durch diese Säure treibt, und die einige sehr charakteristische Eigenschaften besitzt,) oxydirt sowohl den Zink als das Silber langsam, wobei sich die oxydirte Salzsäure zersetzt. Ich erwartete daher mächtige galvanische Wirkungen, wenn ich sie in die Zellen der Batterie brächte, fand mich aber hierin getäuscht, da eine solche Batterie von 20 Plattenpaaren kaum eine merkbare Wirksamkeit zeigte. *Davy.*

bedienen will, muß zuvor durch langes Kochen möglichst luftleer gemacht seyn; sonst stört die daraus sich entbindende Luft den Versuch allzu sehr.

4.

*Wenn Zink in Berührung mit Wasser, worin Stoffe, die losen Sauerstoff enthalten oder Säuren, aufgelöst sind, sich oxydirt; so werden diese Stoffe verändert, und es äußert sich hierbei chemische Verwandtschaft.*

a. Als in einem Glase, welches ungefähr 21 Kubikzoll Sauerstoffgas enthielt, eine kleine Voltaische Säule 6 Stunden lang stand, verminderte sie die Gasmenge um etwa ein Viertel.

b. Eine ähnliche Säule in dieselbe Menge atmosphärischer Luft gebracht, verminderte diese in 2 Tagen nur um ein Sechstel. Der Rückstand roch, als man ihn in die Atmosphäre entweichen ließ, nach Ammonium, und als man die Säule über Salzsäure hielt, bildeten sich dichte weiße Wolken. — In einem zweiten Versuche blieb die Säule 3 Tage lang in einer gleichen Menge atmosphärischer Luft; der Rückstand verminderte sich jetzt nur sehr wenig mit Salpetergas, ließ sich auch mit atmosphärischer Luft nicht entzünden.

c. Man erinnert sich aus meinen frühern Versuchen, \*) daß Salpetergas, über Quecksilber gesperrt, worin nasser Zink gethan ward, sich all-

\*) *Annalen der Physik*, VI, 105.

d. H.

mählig in oxydionirtes Stickgas und Ammoniak verwandelt. Eine kleine Voltaische Säule, in 22 Kubikzoll *Salpetergas* gesetzt, verminderte dieses in 5 Tagen um ein Viertel; vom Rückstande wurde etwas von Wasser verschluckt.

d. Dafs, wenn sehr schwache *Salpetersäure* den Zink oxydirt, dabei *Salpetergas*, oxydionirtes Stickgas und Ammoniak entbunden werden, beweist sowohl eine Zersetzung der Säure, als auch des Wassers.

e. Die Oxydirung des Zinks bei Auflösung desselben in verdünnte *Salzsäure* und *Schwefelsäure* scheint man einer sogenannten vorbereitenden Verwandtschaft zuschreiben zu müssen.

## 5.

*Folgerung.* Da aus allen diesen Thatfachen zu erhellen scheint, dafs galvanische Zink - Silber - Batterien lediglich dann wirksam sind, wenn der feuchte Leiter zwischen den Zink - und Silberplatten den Zink zu oxydiren vermag, und dafs die Wirksamkeit der Batterie im Wasserzersetzen und Schlägertheilen in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem sich in gleicher Zeit mehr Sauerstoff mit dem Zinke verbindet; so mufs man schliessen, dafs die Oxydirung des Zinks in der Batterie, und die damit zusammenhängenden chemischen Veränderungen *auf irgend eine Art* die electricischen Wirkungen der Batterie erzeugen, obschon die bisher beobachteten Thatfachen nicht ausreichen, für die Art, wie

dieses geschieht, irgend eine genügende Erklärung aufzustellen. \*)

\*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 113. Die meisten Physiker werden dieses Resultat sehr gern unterschreiben, da sie sich schon dazu bekannten, ehe noch dafür ein so wohl unterstützter Beweis geführt war. Sollte aber die entgegengesetzte Vorstellung, daß nicht Oxydirung Electricität *erregt*, sondern umgekehrt frei werdende Electricität an die Oxydirung, obschon sie ohne Sauerstoff nicht möglich ist, mit Schuld sey, ganz undenkbar seyn, und sollten nicht vielleicht Anhänger Volta's diese Meinung hervorziehn, um Volta's Erklärung der Erregungsart der galvanischen Electricität beizubehalten? Mir scheint, es sey noch zu früh, hierüber definitiv zu entscheiden.

d. H.

---