VI.

VERSUCHE

über die Wasserzersetzung durch Volta's Säule,

von

Dr. JOH. FRIEDR. ERDMANN
aus Wittenberg. *)

Um zu entscheiden, ob die sich bildenden Gasarten aus dem Wasser herrührten oder nicht, füllte ich eine doppelschenklig graduirte Röhre, Taf. III, Fig. 1., mit 4 Gran destillirtem Wasser, worin, um die Leitungsfähigkeit desselben, und dadurch die chemische Wirkung zu erhöhen, etwas Kochsalz aufgelöst war, führte von beiden Seiten messingene Enddrähte einer Zink-Silber-Säule von 40 Lagen hinein, und verklebte die Oeffnungen der Röhre

*) Ausgezogen aus seiner am 2ten Mai 1802 vertheidigten Inaugural-Disfertation: *Utrum aqua per electricitatem columnae a Cel. Volta inventae in elementa sua disolvatur?* Witteb. q. 40 S. u. 1 Kpftaf. Diese gut geschriebne und mit vorzüglichem Fleiß bearbeitete medicinische Probefchrift enthält im ersten Kapitel eine vollständige Geschichte aller Meinungen über diesen Gegenstand im zweiten eigne Versuche des Verfassers, im dritten eine Beurtheilung jener Meinungen, und im vierten eine Erklärung der Wasserzersetzung durch die Säule, Lavoisier's Theorie entsprechend.

mit etwas Wachs, so daß der atmosphärischen Luft der freie Zutritt versperrt wurde, indess die erzeugten Gasarten dadurch entweichen konnten. Nachdem dieser Apparat einige Stunden gestanden hatte, wobei der Minusdraht einen lebhaften Gasstrom ausstieß, und der Plusdraht sich immer stärker mit einem grünlichen Oxyd umgab, fing das Wasser an allmählig abzunehmen, und nach 24 Stunden war es so weit verschwunden, daß in der Röhre weiter nichts als ein feuchtes Messingoxyd übrig zu seyn schien. Das noch vorhandne Wasser konnte höchstens $\frac{1}{5}$ Gran betragen. — Daß an diesem Verschwinden das bloße Verdünsten nicht schuld seyn konnte, zeigte ein Gegenversuch außerhalb der Kette, wo sich das Wasser in 24 Stunden durch Verdunstung nicht sichtbar verminderte. Daß auch nicht etwa das Gas, welches sich entwickelte, aus der Säule selbst ausgetrieben wurde, und nur bei seinem Durchgange durch das Wasser dieses auflöste

Das Folgende ist aus dem zweiten und vierten Kapitel ausgezogen. „Wider Erwarten,“ (sagt Hr. Dr. Erdmann S. 18 f.,) „sand ich zu meiner Freude ähnliche, in derselben Absicht, und mit noch größserer Sorgfalt angestellte Versuche vom Prof. Simon in Berlin, in den *Ann.*, X, 282. Doch glaube ich meine Versuche nicht unterdrücken zu müssen, da sie, mit einem andern Apparate angestellt, Simon's Resultat aufs beste bestätigen, und ich dabei ein noch unbekanntes Phänomen wahrzunehmen Gelegenheit fand.“

d. H.

und mit fortnahm, dafür bürgt der Umstand, daß kein Sauerstoffgas, welches allerdings eine beträchtliche Menge Wasser aufzulösen vermag, mit in das Spiel kam, und daß alles entbundne Wasserstoffgas, wie sich aus andern Versuchen schließen läßt, kaum 0,11 Gran wiegen konnte. Offenbar mußte also das Wasser verwendet worden seyn, um das Oxyd und das Wasserstoffgas bilden zu helfen.

Ich wiederholte den Versuch mit 1 Gran reinen Wassers, (ohne Salz,) in welches an der Plusseite ein Golddraht, an der Minusseite ein Messingdraht hinab ging, die mit einer Säule aus 80 Lagen verbunden wurden. Auch hier hatte sich das Wasser nach einigen Stunden etwas, und nach 30 Stunden bis auf etwa 0,2 Gran vermindert.

Zu dem folgenden Versuche diente mir ein Glasgefäß von Kugelgestalt mit einem cylindrischen Halfe, welches Fig. 2 in natürlicher Größe darstellt. Ich hatte es an zwei gegenüberstehenden Stellen durchbohrt, über die Oeffnungen Korkstücke *b*, *b* gekittet, durch diese zwei zugespitzte Golddrähte gesteckt, so daß ihre Spitzen nur um 1 Linie von einander abstanden, und Kork, Metall und Glas, da, wo sie aneinander schlossen, mit Siegelackfirnis luftdicht überzogen. Ich füllte darauf das Glas bis an den Hals mit frisch destillirtem Wasser, wovon es genau $5\frac{2}{3}$ Drachmen hielt, verschloß es mit einem Korkstüpfel, durch den ein, wie Fig. 3, gekrümmtes Haarrohr ging, und verfrüchte auch hier

alle Ritzen mit Siegelackfirnis. Dieser ganze Apparat wog mit dem Wasser 648 Gran.

Darauf wurde die vordere Oeffnung des Entbindungsrohrs in ein Gefäß mit destillirtem Wasser, *ee*, Fig. 4. gebracht, und ein Glascylinder *b* voll destillirten Wassers darüber gestürzt. Dieser Cylinder war oben gewölbt und durchbohrt. Ich verschloß ihn hier mit Wachs steckte durch dieses zwei Messingdrähte, die oben mit Knöpfen *dd* versehen waren, um electriche Funken auf sie schlagen zu lassen, und verstrich auch hier alles sorgfältig mit Siegelackfirnis. Der Cylinder war etwa 1 Zoll weit, und nach rheinländischen Duodecimal-Kubikzollen und Theilen derselben graduirt. Ich hatte ihn an ein Brett *cc* befestigt, und dieses liefs sich mittelst der Löcher und Stifte an das Gestell *h h* befestigen, so dafs man es in das Wasser nach Belieben tiefer hinablassen konnte.

Ich setzte nun die Drähte durch Stanniolfstreifen mit den Enden einer zweifachenkligen Säule aus 80 Lagen in Verbindung, deren feuchter Leiter aus Leder Scheiben mit Salmiakauflösung genäht bestand. Sogleich entwickelte sich an beiden Golddrähten, so weit sie sich im Wasser befanden, Gas, vorzüglich an den Spitzen, und zwar am Drahte vom negativen Pole mehr als an dem vom positiven Pole, und dieses Gas stieg allmählig durch das Entbindungsrohr in den Cylinder über. Zugleich zeigte sich eine sonderbare, von andern, so viel ich weifs, noch nicht bemerkte Erscheinung. Die Gasbläschen stie-

gen nicht senkrecht an, sondern alle Ströme Sauerstoffgas schienen während der ganzen Dauer des chemischen Prozesses nach der Richtung der Spitze vor-, die Ströme Wasserstoffgas dagegen von der Spitze zurück getrieben zu werden, und das besonders an den Spitzen, wie dieses in Fig. 2 abgebildet ist. Um mich hierbei nicht zu täuschen, nahm ich andre Beobachter zu Hülfe; alle bemerkten diesen Umstand gleichmäfsig, so oft die Gasentbindung in einem hinreichend weiten Gefäfse vor sich ging. Nach einigen Stunden war der positive Golddraht wie mit einem weifslichen Spinnengewebe bedeckt, der negative dagegen mit einem schwärzlichen Pulver überzogen.

Als nach 40 Stunden in dem Cylinder sich bei 10° R. Temperatur, genau 6 Kubikzoll Gas, angesammelt hatten, nahm ich das Glasgefäfs, Fig. 2, aus der Kette der Säule. Das Wasser hatte sich darin etwas getrübt, leicht violett gefärbt, und einen röthlich schwarzen Bodensatz abgesetzt, auf dessen Natur es mir indefs hier nicht ankam. Das Glasgefäfs sammt dem Wasser darin und der gehörig abgetrockneten Entbindungsröhre wog nun 647 Gran, hatte also einen Gran am Gewichte verlohren.

Von dem aufgefangnen Gas liefs ich $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll in eine andre Röhre steigen und brachte mittelst eines Metalldrahts 2 Gran Phosphor hinein. Dieser hatte in 24 Stunden den Luftraum so vermindert, dafs er kaum mehr als 1 Kubikzoll betrug, so dafs ungefähr $\frac{1}{3}$ des erhaltenen Gas aus Sauer-

stoffgas bestand. — Als ich darauf das übrige Gas in dem Cylinder *b*, Fig. 4, durch einen electrischen Funken entzündete, verschwand es fast ganz. Der sehr geringe Rückstand an Gas war höchst wahrscheinlich Stickgas, das aus dem Wasser des Cylinders angestiegen war, wie das andere durch ihre Versuche wirklich bewährt haben. — So konnte ich also überzeugt seyn, daß Sauerstoffgas und Wasserstoffgas sich hier in demselben Gewichts-Verhältnisse von 85:15 entwickelt hatten, worin ihre ponderabeln Grundstoffe, nach Lavoisier's Meinung, das Wasser bilden. Und war das der Fall, so mußten, (setzt man nach Girtanner's Anfangsgr. der antiphlog. Chemie, S. 60 und 72, das Gewicht des Duodecimal-Kubikzolles Sauerstoffgas 0,5, Wasserstoffgas 0,037449 Gran, bei 28" Barometerstand und 10° R. Temperatur,) von jenen 6 Kubikzollen 1,78777 Sauerstoffgas und 4,21223 Wasserstoffgas seyn, folglich jenes 0,89388, dieses 0,15774, beide zusammen also 1,05162 Gran wiegen; welches mit dem Gewichtsverluste des Wassers auf beste zusammenstimmt, *) und gegen den Versuch

*) Diese Berechnung bedarf einer Berichtigung, welche das Resultat völlig mit dem Resultate der ersten Versuche Simon's, (*Ann.*, X, 289, 290,) in Harmonie bringt. Da, nach Lavoisier, bei 10° Temperatur und 28" Barometerstand 1 pariser Kubikzoll Sauerstoffgas 0,5069¹ und Wasserstoffgas 0,03539 fr. Grän wiegt, so beträgt das Gewicht eines rheinländischen Duodecimal-Kubikzolles Sauer-

des Herrn Hofapothekers Gruner, (*Ann.*, VIII, 225 f.,) spricht.

Der Verfasser zeigt nun recht gut und deutlich das Ungenügende in allen bisherigen Erklärungsarten der Wasserzerfetzung durch Volta's Säule; bemerkt, daß man Lavoifier's System, das seit 24 Jahren immer fester sich begründet habe, billig nicht eher aufgeben müsse, als bis alle Versuche, die Wasserzerfetzung durch Volta's Säule demselben entsprechend zu erklären, erschöpft wären, und stellt dann folgende Hypothese im Geiste des Lavoifierschen Systems auf, mit der auch Herrn Banquier Kor-

stoffgas ungefähr 0,412 und Wasserstoffgas 0,03 Gran Nürnberger Medicinal - Gewicht. Das Verhältniß des Volumens, worin beide Gasarten unter diesen Umständen sich zu Wasser vereinigen, ist 1 : 2,527, (Annal., X, 289.) Folglich waren von den erhaltenen 6 rheinländischen Duodecimal - Kubikzollen Gas 1,7 Sauerstoffgas und 4,3 Wasserstoffgas. Erstere wogen $1,7 \cdot 0,412 = 0,7004$ Gran, letztere $4,3 \cdot 0,03 = 0,129$ Gran, folglich alle 6 Kubikzoll Gas 0,8194 Gran Nürnberger Gewicht. Das Wasser hatte aber 1 Gran am Gewichte verloren. Also war auch hier *mehr* Wasser verschwunden, als sich in Gasgestalt dargestellt hatte, gerade wie in Simon's erstem Versuche, wo bei einem Wasserverluste von 2,2 Gran nur ein Gasvolumen von 1,56 Gran erschien. Das übrige Wasser war dem Gas in Dunstgestalt beigemischt, wie Simon's zweiter Versuch S. 291 beweist.

d. H.

tum's Vorstellungsart in Voigt's Magazin, B. 3, S. 776 f., sehr nahe zusammenstimme.

Sauerstoff und Wasserstoff können aus dem Wasser nicht anders einzeln und frei dargestellt werden, als wenn einer dieser beiden Grundstoffe dem andern durch die chemischen Kräfte eines dritten Stoffs entzogen wird. Dieser Stoff kann kein anderer als die electrische Materie seyn, da sie es allein ist, welche in Volta's Säule wirkt, Volta's und van Marum's neuesten Versuchen gemäß. Sie strömt aus dem positiven Enddrahte der Säule in das Wasser, und aus dem Wasser in den negativen Enddraht. Da nun zugleich der positive Draht derjenige ist, wo der Sauerstoff frei wird, so muß die Electricität bei ihrem Einstromen in das Wasser den Wasserstoff binden, dieser also zu ihr eine größere Verwandtschaft als selbst zum Sauerstoffe haben, und mit ihr hydrogenirte Electricität bilden, während der Sauerstoff entbunden wird. Der an die electrische Materie gebundene Wasserstoff strömt mit ihr zum negativen Enddrahte, und hier wird er entbunden, so bald die electrische Materie in das Metall hineintritt, und erscheint als Wasserstoffgas.

Gegen diese Erklärung, die mit dem Lavoisierschen Systeme völlig besteht, sprechen weder Ritter's Versuche noch seine theoretischen Gründe, und aus ihr lassen sich manche schwierig scheinende Phänomene sehr leicht erklären. So z. B. das oben von mir beschriebne gekrümmte Ansteigen der Gasströme, als würde das Sauerstoffgas vor-

wärts, das Wasserstoffgas zurück getrieben, (c, d, Fig. 2.) Die Gasbläschen werden vom positiven zum negativen Drahte getrieben, weil dieses der Weg der electricischen Materie ist; zugleich schwimmen sie im Wasser aufwärts, und daraus entsteht eine zusammengesetzte Bewegung nach Art der Wurfbewegung in einer Parabel. Sie ist vornehmlich an den Spitzen sichtbar, weil da die Electricität mit der größten Kraft aus- und einströmt. An den von den Spitzen entfernten Theilen des Drahts steigen die Gasströme immer mehr senkrecht in die Höhe. So stellt sich uns das gleichsam vor Augen, was in dem chemischen Prozesse an der Säule vor sich geht; und ich zweifle, daß selbst Ritter für dieses Phänomen eine andre ungezwungene Erklärung finden wird.

Eben so erklärt sich hieraus ganz leicht die von Erman in dem Gasapparate an der Voltaischen Säule bemerkte Sonderbarkeit, (*Annal.*, X, 12,) daß, obschon das Wasser zwischen beiden Enddrähten, (und so auch ein Zwischendraht, der in diesem Wasser zwischen beiden Enddrähten liegt,) sich in drei electricische Zonen theilt, in eine positive, dem $+$ Drahte, eine negative, dem $-$ Drahte zugewandt, und eine unelectricische zwischen beiden, doch die dem $+$ Drahte gegenüberstehende, gleichfalls positiv-electricische Spitze des Zwischendrahts Wasserstoffgas, und die dem $-$ Drahte gegenüberstehende negativ-electricische Spitze Sauerstoff entbindet. Man sieht daraus, daß Oxydation nicht immer dem po-

fitiven, und Desoxydation dem negativen electrischen Zustande entspricht. Wo aber Electricität aus dem Drahte in das Wasser tritt, entbindet sich auch hier stets Sauerstoff, wo sie dagegen aus Wasser in Metall übergeht, Wasserstoffgas, obgleich beide Stellen in demselben electrischen Zustande sind.

So stimmt also Lavoisier's so lichtvolle Theorie auch mit dem Phänomen der Wasserzerfetzung an Volta's Säule auf das beste zusammen, und wir würden sehr Unrecht thun, sie aufzugeben.

VII.

METHODE,

das Wasser mittelst einer Electrifirmaschine eben so als durch Volta's Säule zu zersetzen.

Aus

*einem Briefe des Dr. MARTINUS VAN MARUM an BERTHOLLET in Paris. *)*

Seit meinem letzten Briefe ist es mir völlig gelungen, das Wasser durch den electrischen Strom aus meiner 31zölligen Scheibenmaschine zu zersetzen. Da Sie mir diesen Versuch durch Herrn Pfaff haben vorschlagen lassen, so will ich Ihnen hier die Methode mittheilen, durch die er mir geglückt ist. Ich nahm eine äußerst feine Thermometerröhre,

*) *Annales de Chimie*, t. 41, p. 77. Man vergleiche damit oben S. 108 f. d. H.