II.

ELECTRISCHE ERFAHRUNGEN
über verschiedene Gegenstände
 von
 Herrn Dr. van MARUM
 in Haarlem.
 (Beschluss.) *)

Wirkung der grossen Batterie auf Bäume.

Schon Nairne hat 1773 Versuche über die Wirkung einer Batterie von 50 Quadratfuß Be-

- *) Ich ziehe unter dieser Ueberschrift das Interessanteste aus den Erfahrungen kurz zusammen, die sich, ausser den von Gren bereits mitgetheilten, in der *Seconde Continuation des Expériences, faites par le moyen de la Machine Electrique Teylerienne* par VAN MARUM, Harlem 1795, 391 Seiten, 4., Französisch und Holländisch, mit 5 Kupfertafeln, finden. Vieles aus diesem Werke war schon im *Aeltern Journale der Physik*, (B. IV, S. 1; B. VI, S. 37 und 360,) und im *Neuen Journale der Physik*, (Band III, S. 1,) mitgetheilt. Dies und das Allgemein-Interessante dieser ins Grosse gehenden electrischen Versuche, bestimmte wahrscheinlich den sel. Gren, ungeachtet der deutschen Uebersetzung dieses Werks, die wichtigsten, von ihm noch nicht benutzten Aufsätze in dem er-

legung, auf verschiedene Pflanzen, unter andern auch auf den *Lorberbaum* und die *Myrte*, angestellt. Alle Zweige der Pflanzen, durch welche der electriche Schlag ging, starben, früher oder später, je nachdem die Pflanze mehr oder weniger saftreich war. Bei einem Lorberzweige fingen erst 15 Tage nach dem Versuche, die Blätter an, gelb zu werden und abzufallen, und an der Myrte erstarben erst nach einem Monate einige kleine Zweige in der Krone. *)

Diese interessanten Versuche wiederholte ich mit einer Batterie von 550 Quadratfuß Belegung, und zwar an jungen abgeschnittenen, 8 Fuß langen Aesten der gemeinen *Weide*; einer Baumart, welche die kraftvollste Vegetation hat, und in der das vegetabilische Leben am meisten zu leiden vermag, bevor es erlischt.

Im April 1791, gerade als diese Aeste anfangen kleine Zweige zu treiben, leitete ich den electriche Schlag 15 Zoll weit durch die Mitte zweier, und durch das obere Ende zwei anderer solcher Weidenäste; denn in größerer Länge ihn

sten Hefte dieser Annalen übersetzt zu liefern. Durch das Gegenwärtige wird die Benutzung der van Marum'schen Schrift für dieses Journal vollständig.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. 64, p. 1.

durch den Ast zu führen, wollte mir nicht gelingen. Diese Aeste wurden darauf gepflanzt. Die electricen Stellen trieben gar keine Zweige. Das obere Ende der in der Mitte electricirten trieb zwar einige Tage lang kleine Zweige, aber viel langsamer als nicht-electricirte, und auch diese Zweige starben in wenigen Tagen ab. Hingegen trieben die nicht-electricirten Stellen eben so gut Knospen, als die daneben gepflanzten nicht-electricirten Weiden. — Diese Versuche zeigen also, daß die Vegetation, selbst in den Pflanzen, worin sie am kräftigsten und am schwersten zu tödten ist, durch einen hinlänglich starken electricen Schlag zerstört wird. Auch ist ihre Wirkung der des Blitzes auf Bäume, sehr ähnlich, da auch der vom Blitze getroffene Baum bald abstirbt.

Verkalkung der Metalle durch den electricen Schlag.

Diese Versuche stellte ich 1788 mit der Batterie von 225 Fuß Belegung, als eine Fortsetzung der Versuche, an, die ich 1786 gemacht und in der *Premiere Continuation* etc. beschrieben habe, und wiederholte sie, und die frühern, mit der großen Batterie von 550 Quadratfuß Belegung, ohne daß sich dabei eine wesentliche Verschiedenheit gezeigt hätte.

Die Erscheinungen bei *Halbmetallen* wichen nur wenig von den mit ganzen Metallen ab. Da die Halbmetalle zu spröde sind, als daß sich Draht aus ihnen ziehen ließe, so suchte ich sehr dünne Platten davon zu erhalten, um sie in kleine Streifen zu zerschneiden, welches aber nur mit *Zink* und *Wismuth* gelang. Als electriche Schläge von verschiedener Stärke hindurchgeführt wurden, stieg das verkalkte Metall in Gestalt eines dicken Rauches auf, und setzte sich an das darüber gehaltene Papier in Blumen an, die an Farbe und Zeichnung denen des Eisens glichen, welche in der *Premiere Continuation* etc. auf Tafel 3 abgebildet sind. Diese Metalle bei schwächerer Ladung in glühende Kügelchen zusammen zu schmelzen, gelang nicht. — Dieselben Erscheinungen erfolgten, als ich gereinigtes *Spießglaspulver* in einer Linie auf Papier legte und den electricen Schlag hindurchführte; doch zerfiel das Meiste vor dem Calciniren.

Darauf ließ ich die Halbmetalle mit so viel Zinn mischen, daß sie dehnbar genug wurden, um sich in Draht, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, ziehen zu lassen. Zu dem Ende mußte zum *Zink* 2, zum *Kobalt* 8, zum *Wismuth* 24 und zum *Spießglase*, 12mal so viel Zinn gesetzt werden, als man von diesen Halbmetallen nahm. Beim Verkalken dieser Gemische

durch den electricischen Schlag, zeigte sich nichts auszeichnendes. Das verkalkte Metall ging theils als Dampf fort, theils bildete es auf dem darüber gehaltenen Papiere allerlei Figuren, denen einiger unvermischten Metalle ähnlich. Im einzigen Spießglasdrahte schien das Zinn seine merkwürdige Eigenschaft, in kleine Kugeln zu zerfließen, die sich auf eine sehr besondere Art calciniren, behalten zu haben.

Um über diese Eigenschaft noch weitern Aufschluß zu erlangen, verfuhr ich mit Gemischen aus *Zinn* und den *edeln Metallen* auf dieselbe Art. Um Draht, $\frac{7}{8}$ Zoll dick, zu erhalten, mußte ich auf 1 Theil *Silber* 8, und auf 1 Theil *Gold* 32 Theile *Zinn* nehmen. So geringe in diesen Gemischen auch der Antheil der edeln Metalle war, so verlor doch das *Zinn* jene Eigenschaft.

Darauf ließ ich Draht, $\frac{7}{8}$ Zoll dick, aus gleichen Theilen von *Gold* und *Silber*, von *Gold* und *Kupfer*, und von *Silber* und *Kupfer* ziehen. Ich war sehr verwundert, zu sehen, wie beim electricischen Schlage diese Gemische zum Theil in kleine glühende Kugeln zerfließen, die im Wegrollen auf dem Papiere Flecke in gerader Linie hinterlassen hatten. Sie verloren indeß so schnell ihre Glühröthe, daß man sie kaum gewahr wurde.

Auch mit der grossen Batterie gelang es mir nicht, *Zinn-* oder *Zink-*, oder *Silberamalgama*, das in kleinen Strahlen auf Papier gelegt wurde, oder *Quecksilber* in sehr dünnen Glasröhren zu verkalken.

Ein *Platindrabt*, $\frac{1}{75}$ Zoll dick, schien beim electrischen Schlage dieselbe Schmelzbarkeit als Silber zu haben. Das Platin wurde in einen grauen, sehr feinen Staub verwandelt, der ähnliche Zeichnungen, wie Eisen, auf dem Papiere bildete, und der dem Eisenkalke so ähnlich war, daß ich ihn für wahren Platinkalk halten muß, bis man durch Versuche das Gegentheil beweisen wird.

Ogleich diese fortgesetzten Versuche über das Verkalken der Metalle, auf keine so merkwürdigen Erscheinungen führten, als es anfangs schien, so setzte ich sie doch so lange fort, bis alle Hoffnung verschwand, dabei etwas Lehrreiches und Neues zu entdecken.

Was ich bei meinen vorigen Versuchen für unmöglich gehalten hatte, dünne Glasröhren zu finden, die den Durchgang des electrischen Schlags, ohne zu zerbrechen, ertrügen, um in ihnen die Verkalkung der Metalldrähte vorzunehmen, und durch den Gewichtsverlust der Luft in der Röhre zu beweisen, daß ihr Sauerstoff sich

an das Metall gesetzt, und dieses beim Durchgange des electricischen Schlags wirklich verkalkt habe, ist seitdem den Herren Deiman und van Troostwyk gelungen. Ihre Versuche beweisen, daß bei *Gold* und *Silber* die Luft nichts an ihrem Gewichte verliert, diese beiden Metalle folglich nicht wirklich verkalkt werden. *) Was mich betrifft, so habe ich mich auch nachher umsonst bemüht, Glasröhren aufzutreiben, die den Durchgang des electricischen Schlags meiner Batterie vertrugen, und ich habe daher diese Versuche nicht wiederholen können. Ob ich gleich keinesweges daran zweifle, daß diese Physiker ihre Versuche richtig beschrieben haben: so bleibt mir doch der Zweifel: ob nicht ihre Batterie von 135 Quadratfuß Belegung, welche nicht einmal $\frac{3}{4}$ Zoll weite Glasröhren zerbrach, **) nur zu schwach war, um die Verbindung des Sauerstoffs mit den edeln Metallen zu bewirken; und ob man berechtigt sey, daraus zu schließen, daß

*) *Beschryving van eene Electrizeer - machine*, Amst. 1789, S. 68.

**) Von Glasröhren, die 4 Zoll weit, $\frac{3}{4}$ Zoll dick, und nicht verschlossen, sondern nur durch Wasser gesperrt waren, brachen vier, bei zwölf Entladungen der 225füßigen Batterie.

eine so viel stärkere Batterie, wie die meinige, diese Verkalkung auch nicht bewirken könne.

Versuche für Blitzableiter.

Aus meinen ehemaligen Versuchen über den Grad der Schmelzbarkeit verschiedener Metalle durch die electriche Materie, glaubte ich schließen zu müssen, daß, wenn gleiche Längen eines *Bleistreifens*, eines *Eisendrahts* und eines *Kupferdrahts* den Wirkungen einer electriche Batterie in gleichem Grade widerstehen sollen, ihre Querschnitte in dem Verhältniße von 4, zu 1, zu $\frac{1}{2}$ stehen müssen; und ich baute darauf die Behauptung: daß, wenn man bei einem Blitzableiter statt der Eisenstangen sich eines *Bleistreifens* oder *kupferner Stangen* bedienen wollte, man darauf sehen müsse, daß der Bleistreifen einen viermal größern Querschnitt als die Eisenstange, die man sonst genommen hätte, erhalte; indeß die Kupferstangen nur eines halb so großen Querschnitts als die Eisenstangen bedürfen.

Als ich jene Versuche mit meiner großen Batterie wiederholte, fand ich sie in Absicht des *Bleies* völlig bestätigt. Gerade so Herr Brook, der auch meiner ungefähren Berechnung beistimmt, nach welcher ein 4 Zoll breiter Streifen des dicksten Dachrinnenbleies, wovon der Qua-

drahtfuß ungefähr 8 Pfund wiegt, vollkommen zu Blitzableitern hinreicht, indem der stärkste Blitz sie schwerlich zu schmelzen vermag.

In Absicht des *Kupfers* erhielt ich dagegen ein vom vorigen sehr verschiedenes Resultat. Bei meinen vorigen Versuchen widerstanden ein Eisendraht, $\frac{3}{8}$ Zoll dick, und ein Kupferdraht, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll dick, der Entladung gleichmäfsig. Eine Ladung, welche 36 Zoll Eisendraht von Nr. 1, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, zum Glühen brachte, doch ohne ihn zu zerreißen, schmolz hingegen jetzt einen gleich langen Kupferdraht, $\frac{1}{4}$ Zoll dick, in kleine Kugelchen zusammen, zerrifs einen $\frac{1}{8}$ Zoll dicken Kupferdraht, und völlig widerstand ihr erst ein Kupferdraht, $\frac{1}{2}$ Zoll dick. Dieser Unterschied rührte von den verschiedenen Graden der Reinheit des Kupfers her. Der Draht bei den letztern Versuchen war aus Kupfer, wie man es gewöhnlich kauft; der bei den erstern Versuchen aus geläutertem Kupfer, wie man es zum Legiren des Goldes braucht, gezogen. — Wiederholte Versuche mit verschiedenen Kupferarten berechtigten uns indeß doch, im Durchschnitte anzunehmen: daß ein Leiter von Kupfer und einer von Eisen den electricischen Strom einer Entladung, oder den Blitz, gleich gut leiten, wenn der Querschnitt der Kupferstange halb so

groß ist, als der der Eisenstange. Da nun die Erfahrung gelehrt hat, daß Eisenstangen, die $\frac{1}{2}$ Zoll breit und dick sind, dem stärksten Blitze widerstehen; so brauchen kupferne Blitzableiter höchstens vier Linien breit und dick zu seyn. Und eben wegen dieses Umstandes sind sie in manchen Fällen den eisernen vorzuziehen.

Das electriche Feuer, welches sich rings um einen dünnen Draht bei Entladungen zeigt, (Heft 1, S. 86,) schien mir stark genug, um brennbare Körper, welche den Draht berühren, zu entzünden. Um dieses durch Versuche auszumachen, band ich einen Eisendraht auf eine völlig trockene und stark erwärmte Latte von Rothtannen Holz, und leitete den electriche Schlag hindurch. Sie wurde nur an den beiden Enden des Drahts ein wenig gebrannt. Als ich aber den Draht mit Zunderschwamm dicht umband, und nun die Ladung der Batterie hindurchgehen ließ, loderte der Schwamm der ganzen Länge nach auf.

Führt man folglich einen Blitzableiter längs Holz oder längs dem Tauwerke eines Schiffs herab, so ist es nicht hinreichend, ihn bloß so stark zu machen, daß der Blitz ihn nicht schmelze oder zerreiße; denn die electriche Materie kann dann doch noch die daran liegenden brennbaren

Körper entzünden. Das geschieht aber nicht bei dickern Leitern.

Da das Reißblei (*Plombagine*) gar nicht, oder doch nur sehr schwer schmilzt, so hatte Patterson in Philadelphia vorgeschlagen, daraus die Spitzen der Blitzableiter zu verfertigen, um sie gegen das Zusammenschmelzen zu sichern. Allein das würde ohne Nutzen seyn, da das dichteste Reißblei von einer Ladung meiner großen Batterie pulverisirt wird. Ueber dies habe ich schon 1785 gezeigt, daß die Blitzableiter mit Spitzen, vor denen ohne Spitzen, eben keinen beträchtlichen Vorzug haben.

Ob einige Stoffe durch Funken aus dem Conductor der Teylerschen Maschine zersetzt oder sonst merklich verändert werden?

Bei den Versuchen, die ich in den Jahren 1785 und 1787 mit einigen Gasarten angestellt hatte, waren zwei dieser Stoffe, das Salpetergas und das alkalische Gas, durch electriche Funken zersetzt worden. Mehrere Physiker glaubten, dieses möchte auch wohl mit andern Stoffen der Fall seyn, deren Bestandtheile man vielleicht auf diesem Wege besser möchte kennen lernen, und schlugen verschiedene flüssige und feste Körper

vor, die sie auf diese Art behandelt zu sehen wünschten.

Ich bediente mich zu diesen Versuchen gläserner Röhren 13 bis 14 Zoll hoch und 0,3 bis 0,4 Zoll weit, deren eines Ende zugeschmolzen, und mit einem leitenden Drahte aus Platin versehen war. Diese Röhren füllte ich so mit Quecksilber, daß, wenn der zu prüfende Stoff auf das Quecksilber einen Zoll hoch geschüttet wurde, die Röhre bis auf einen halben Zoll angefüllt war, kehrte darauf die Röhre um, und setzte sie in ein Gefäß mit Quecksilber, welches Taf. IV | Fig. 6, bei *b* abgebildet ist. Dieses Gefäß brachte ich unter einen isolirten Conductor *c*, der auf der Glasröhre *d* steht, und mit einer Messingplatte *e* versehen ist, so daß, wenn man das Ende der Röhre *a* durch ein Loch in dieser Messingplatte steckt, die Röhre, welche den Conductor fast berührt, senkrecht erhalten wird. Setzt man diesen Conductor einige Zoll weit vom Conductor der Maschine, und bringt das Quecksilber *b* mit dem Boden in Verbindung, so werden die Funken, die auf ihn überspringen, durch die Glasröhre geleitet. Die Luftschicht, welche in der Röhre über dem zu untersuchenden Stoffe blieb, dient dazu, daß der Funken, der durch den Platindraht geht, in Form von Strah-

len auf den zu prüfenden Stoff komme, welches oft mehr Wirkung thut, als wenn der Draht den Stoff selbst berührt; nur muß diese Luftschicht nicht aus atmosphärischer Luft, sondern aus einer Gasart bestehen, welche der electriche Funken nicht zersetzt, z. B. aus Lebensluft oder Luftsäure (*Mofet*), damit die Salpetersäure, welche der electriche Funken aus der atmosphärischen Luft abscheidet, nicht die Resultate des Versuchs verwirre.

Im Falle der zu prüfende Stoff sich mit dem Quecksilber zersetzt, wie z. B. manche Säure, fülle ich die Röhre ganz mit dieser Säure, setze sie umgekehrt in ein Gefäß, welches dieselbe Säure enthält, und führe einen Platindraht in die Röhre, bis einen Zoll tief unter der Oberfläche der Säure, welcher die Stelle des Quecksilbers vertritt. Die erstere Vorrichtung will ich mit *A*, die letztere mit *B* bezeichnen.

Stark concentrirte Schwefelsäure, im Apparate *B*, eine Viertelstunde lang den positiven oder den negativen electricen Funken ausgesetzt, litt keine Veränderung, auch wenn die Glasröhre stark erhitzt wurde. Eben so wenig das gemeine *Virriolöl*.

Rauchende Salpetersäure gab in fünf Minuten zwei Zoll eines luftförmigen Stoffs, wovon aber

nach einer Viertelstunde nur noch sehr wenig übrig war, und den ich deshalb für Salpetersäure halte, welche der Wärmestoff des electricischen Stromes in luftförmigen Zustand versetzt hatte. Uebrigens schien die Säure unverändert. Die *gewöhnliche Salpetersäure* gab gleichfalls einen halben Zoll Luft, welche gleichfalls bald, nachdem man mit dem Electricisiren aufhörte, verschwand. Eben so die *rauchende* und die *gewöhnliche Salzsäure*. Aus der *oxygenirten Salzsäure* entwickelte sich dagegen gar keine Luft; welches zeigt, daß der Wärmestoff des electricischen Fluidi sich nicht leicht mit dem Sauerstoffe luftförmig verbindet.

Zerflossenes kohlenfaures Gewächssalkali im Apparate A eine Viertelstunde lang electricisirt, litt gar keine Veränderung. Dagegen gab *kohlenfaures Ammoniak* eine solche Menge Luft, daß die Glasröhre in fünf Minuten ganz damit angefüllt war. Diese Luft war zum Theil Wasserstoffgas, der Rest Stickgas; und man sieht hieraus, daß die Zerfetzung des Ammoniaks in seine beiden luftförmigen Bestandtheile, unter dem Drucke der Atmosphäre fast eben so schnell, als im luftleeren Raume gelingt. *)

*) *Neues Journal der Physik*, B. III, S. 1 f.

Lackmüfstinktur eine halbe Stunde lang electricirt, veränderte ihre Farbe nicht; daher im electricischen Ströme keine Säure ist.

Die stärksten Funken auf *glühenden Salpeter*, den ich über dem Feuer in beständigem Flusse erhielt, eine Viertelstunde lang geleitet, bewirkten nicht die geringste Detonation, und der Salpeter war nach dem Versuche nicht im mindesten alkalisirt.

Salzsaures Silber (Luna cornea), woraus sich im Sonnenlichte Sauerstoffgas entbindet, gab im Apparate *A*, oder im leeren Raume des Barometers electricirt, gar keine Luft.

Eben so wenig erfolgte eine Fällung, als ich im Apparate *B* die *Auflösungen* von Silber, Kupfer, Eisen, Blei oder Quecksilber in Salpetersäure, oder die Auflösungen von Gold und Zinn in Königswasser untersuchte. Bei den Auflösungen des Silbers, Bleies, Zinnes und Quecksilbers entwickelte sich ein Viertel - bis ein halber Zoll Luft, die aber nach dem Electriciren bald verschwand. Die Kupferauflösung verschluckte einen Viertelzoll Luft. Die nicht sehr unterrichtenden Resultate dieser Versuche machten mir keine Lust, noch mehrere Stoffe auf diese Art zu behandeln.

*Wiederherstellung der Metalle aus den
Metallkalcken durch electriche
Funken.*

Meine Versuche mit Metallkalcken hatten mich belehrt, daß viele dieser Kalcke durch Abfeuerung der Batterie, die sich im Jahre 1785 bei der Teylerischen Maschine befand, wenn man das electriche Fluidum in gehöriger Menge darauf leitet, reducirt werden. Dieses veranlaßte mich, zu versuchen: ob auch durch die bloßen electricchen Funken dieser Maschine, sich Metallkalcke reduciren ließen; und, wenn mir dieses glückte, weiter zu untersuchen: ob jeder Metallkalk bei seiner Reduction Luft von sich giebt, und wie diese Luft beschaffen ist. Ich bediente mich dazu eben solcher Glasröhren, wie zu dem vorigen Versuche, füllte sie mit dem Metallkalcke und führte den Platindraht so weit hinein, daß er nur drei Zoll von dem an das Ende der Röhre angelötheten Platindrahte entfernt war, so daß der Funken durch den Metallkalk bis auf eine Entfernung von drei Zoll von diesem letztern Drahte geleitet wurde. Das Uebrige der Vorrichtung war wie bei dem Apparate A der vorigen Versuche.

Rother Bleikalk (Mennig) auf diese Art in einer Röhre von ungefähr einem halben Zolle im

Durchmesser behandelt, wurde sogleich reducirt, so daß man nach einigen Minuten das wiederhergestellte Blei, welches sich an die Oberfläche der Röhre angefügt hatte, genau unterscheiden konnte. Bei dieser Reduction entstanden in zwanzig Minuten ungefähr drei Viertel - Kubikzoll Luft, wovon mehr als der dritte Theil kohlenfaures Gas war. Der Ueberrest, mit Salpeterluft untersucht, litt nicht so viel Verminderung als die atmosphärische Luft.

Weißer Bleikalk (Bleiweiß) auf eben die Art untersucht, wurde in wenig Minuten reducirt, so daß man auch Blei an der innern Oberfläche der Röhre sah, aber in geringerer Menge, als bei dem vorigen Versuche. Die hervorgebrachte Luft war auch nicht so beträchtlich, übrigens von derselben Beschaffenheit.

Zinnkalk (Zinnasche) auf eben die Art behandelt, wurde nicht reducirt; auch kam keine Luft zum Vorschein, ob ich gleich eine halbe Stunde die Funken darauf leitete.

Rother Eiskalk (*Crocus martis*) reducirte sich auch nicht im geringsten

Rother Quecksilberkalk durch Feuer erzeugt (*Mercurius praecipitatus per se*) wurde sogleich durch die electrischen Strahlen wider hergestellt. Das Quecksilber zeigte sich an der innern Oberflä-

che der Röhre in Gestalt eines schwarzen Pulvers, das größtentheils aus kleinen Quecksilberkugeln bestand, die durch das Mikroskop sehr sichtbar waren. Die Luft, die bei diesem Versuche hervorgebracht wurde, war in zu geringer Menge, als daß man sie hätte untersuchen können. Vergebens bemühte ich mich, sie durch fortgesetztes Electrificiren zu vermehren, da der Funken größtentheils durch das hergestellte Quecksilber geleitet wurde, das sich an die Röhre gesetzt hatte, und deshalb nur wenig Wirkung hatte.

Ich hielt es für überflüssig, diese Versuche mit andern Metallkalken fortzusetzen, weil die gemachten Versuche schon hinreichend das beweisen, was man daraus beweisen kann. Die electricen Funken, wenn sie eine hinreichende Kraft haben, sind vermögend, die Metalle zu reduciren, das heißt: den Sauerstoff, der sich mit dem Metalle vereinigt hatte, davon zu scheiden. Dieser müßte, vermittelt des Wärmestoffs, den das electriche Fluidum hinzuführt, *Sauerstoffgas* erzeugen; und wenn man diese Reduction der Kalke durch electriche Funken lange genug fortsetzen könnte, um dadurch eine hinreichende Menge Luft zu bekommen und um sie gehörig untersuchen zu können, so würde sich unsträig auch dieses Sauerstoffgas finden, und dann

diese Wiederherstellung der Metalle einen Beweis mehr abgeben, daß die Metalle bloß durch die Vereinigung des Sauerstoffs mit ihnen verkalkt werden. Aber sobald bei diesen Versuchen ein wenig Metallkalk reducirt ist, gehen die Funken durch das wiederhergestellte Metall, und wirken daher nicht mehr, oder doch nur sehr wenig, auf den Metallkalk, und sind nicht mehr vermögend den Sauerstoff davon zu scheiden und Luft daraus zu bilden. Die Luft, welche zu Anfang dieser Versuche hervorgebracht wird, kann über dies nicht einmal als entstanden aus der Vereinigung des Wärmestoffs mit der Basis der Luft, welche aus den Kalken erzeugt wird, betrachtet werden: denn die Luft, die man anfangs erhält, ist sicher größtentheils nichts anderes, als Luft, die sich an die Metallkalke angesetzt hatte, ohne mit ihnen chemisch verbunden zu seyn. Und daher schreibt sich unstreitig der größte Theil der Luft, die ich aus den rothen und weißen Quecksilber-(Blei-?) Kalken erhielt.

Bemerkungen über große Batterien und die Art, sie zu entladen.

Nairne, der sich 1773 einer Batterie von funfzig Quadratfuß Belegung bediente, bemerkte, daß, wenn er sie mit einem gewöhnlichen

Entlader von geringer Länge entlud, häufig Gläser sprangen, daß er aber bei einem fünf Fußigen Entlader davor sicher seyn konnte. Er rath daher, dem Leiter, dessen man sich als Entlader bedient, wenigstens fünf Fuß Länge zu geben. Diese Länge reichte bei der 135 Fußigen Batterie, deren ich mich zuerst bei der Teylerschen Maschine bediente, zu, nicht aber bei der 225 Fußigen. Um die große 550 Fußige von Curhbertson gebaute Batterie zu entladen, diente ein achtzehn Fuß langer Leiter: *) und selbst dieser war manchmal noch zu kurz; denn dreimal zerbrach eine Flasche der Batterie bei der Entladung, als der Entlader, der auf einem gläsernen Fuße neben der Batterie steht, mit der Bleiplatte unter der Batterie durch einen dicken Kupferdraht verbunden wurde. Nahm ich aber statt des dicken Drahts mehrere dünne Metalldrähte, thierische Körper, oder andere Leiter, in denen der electriche Strom mehr Widerstand fand, so zerbrach keine Flasche. Doch wird dadurch auch die Kraft des Schlags etwas vermindert.

Ueberdies muß der Entlader bei großen Batterien den electriche Strom aus der Mitte der Batterie ableiten. Als ich ihn anfangs auf eine

*) *Annalen der Physik*, Stück I, S. 73.

der Kugeln am Ende der Batterie führte, sprang bei jedem Entladen eine Flasche am andern entfernten Ende. Seitdem der Entlader in der Mitte auffällt, geschieht das nicht.

Herrn Brooks Bemerkung, daß belegte Flaschen gegen die Gefahr des Zersprengens gesichert sind, wenn man die Metallbelegung nicht unmittelbar auf das Glas, sondern zwischen beide Papier legt; fand Herr van Marum zwar bestätigt. Er ließ bei einigen Flaschen von einem Quadratfusse Belegung allein die äußere, bei andern die äußere und innere Belegung zugleich, mit Papier unterlegen, und in beiden Fällen sprang die Flasche bei der stärksten Ladung nie. Aber eine große, außen mit dem stärksten Schreibpapiere unterlegte Batterief Flasche, wurde nicht nur, dem Electrometer nach, langsamer als eine gewöhnliche, nicht mit Papier unterlegte, geladen, sondern auch, da beide Ladungen gleiche Intensität hatten, wurde ein Draht Nr. 2, den die Entladung der letztern Flasche bis zum Schmelzen glühend machte, durch die Entladung der mit Papier unterlegten Flasche nicht einmal roth. — Bei dünnerm Papiere nahm zwar die Kraft der Entladung zu, blieb aber immer schwächer, als bei den gewöhnlichen Flaschen ohne Papier. Um daher nicht die Kraft der Bat-

terie zu schwächen, nahm Herr van Marum bei den Flaschen keine Papierunterlage, und bei den vorhin erwähnten Vorichtsanstalten sind auch ihm keine Gläser gesprungen.

Bei einigen Versuchen mit Ladungen von sehr verschiedener Stärke bemerkte Herr van Marum, daß der Rückstand der Entladung einer Batterie bei einer partiellen Ladung grösser, als bei einer vollständigen Ladung sey. Der Rückstand einer Ladung von fünf Gr., schien ihm zweimahl so groß zu seyn, als der bei einer Ladung von funfzehn Gr.

Erscheinungen an einer Glascheibe, welche auf einer Seite gerieben wird.

Da ich hoffte, aus diesen Erscheinungen einigen Aufschluß zu bekommen, wie Electricität durch Reibung erzeugt werde, so untersuchte ich sie im Februar 1790. Was ich bemerkte, läßt sich aus der Franklinschen Theorie erklären, entsprach aber meinen Erwartungen nicht.

Die Erscheinungen sind an Stärke sehr verschieden, je nachdem der Theil des Leiters, der die Electricität aufnimmt, sie bloß von der geriebenen Seite der Scheibe, oder von der nicht-electrisirten Seite, oder von beiden Seiten zugleich empfängt.

I. Wenn der Conductor auf der entgegengesetzten Seite des Reibezeugs an der Glasfläche steht.

1. Wird in dieser Lage die Scheibe nur an Einer Seite gerieben, so zieht die andere, in den Theilen, welche dem Reibezeuge *AB*, Taf. VI, Fig. 1, und dem damit verbundenen Taſte *cdef* gegen über liegen, die electriche Materie an. Dieses sieht man deutlich an den Strahlenbüscheln, die aus dem Finger oder einem andern Leiter ausgehen, wenn man sie an diese Stelle hinhält. Eine belegte Flasche, deren Kugel man dorthin bringt, wird im Innern negativ electrifirt.

2. Entfernt man sich von der Stelle, die dem Reibezeuge gegen über liegt, so wird die Anziehung electriche Materie immer schwächer, und hört in einer Linie *hi*, in einer bestimmten Entfernung vom Reibezeuge, ganz auf. Zwischen dieser Linie und dem einsaugenden Leiter *gg*, wird hingegen das, was man an die geriebene Seite der Scheibe hält, positiv electrifirt; und diese positive Electricität ist desto stärker, je mehr man sich dem einsaugenden Leiter nähert.

Die Entfernung der Linie *hi* vom Reibezeuge richtet sich nach dem größern oder mindern Zuflusse von electriche Materie nach der geriebenen Seite. Hält man z. B. an die nicht-gerie-

bene Seite, dem Reibezeuge gegen über, den Rand einer Metallplatte hin, welche schnell electriche Materie hinzuführt, so wird die nicht-geriebene Seite schon dicht beim Reibezeuge oder gleich jenseits der Metallplatte positiv electricch. Findet sich dagegen kein guter Leiter dem Reibezeuge gegen über, so ist die Glascheibe bis auf eine kleine Entfernung vom einfaugenden Conductor negativ-electricch. Und zwar erlangt in diesem letztern Falle die nicht geriebene Seite eine sehr beträchtliche negative Electricität, welches nicht der Fall ist, wenn die einfaugenden Theile des Leiters an die geriebene Seite der Glascheibe, oder an beide Seiten zugleich anliegen.

3. Diese beträchtliche negative Electricität, welche die nicht-geriebene Seite annimmt, wenn der einfaugende Conductor auf der entgegengesetzten Seite steht, und dem Reibezeuge gegen über sich kein guter Leiter befindet, verursachte eine mir unerwartete und sehr sonderbare *Erscheinung*. Bei jeder dritten bis fünften Umdrehung der Glascheibe, ging aus dem Ende des Reibezeugs, welches über die Glascheibe hinaus stand, ein beträchtlicher Strahl heraus, und verbreitete sich in verschiedenen Aesten über die Stelle der nicht-geriebenen Seite, die dem Reibe-

zeuge gegen über lag. Manchmal sprang auch ein beträchtlicher Funken aus einem der einsaugenden Theile des Leiters nach dieser Stelle hin. — Steht das Reibezeug nicht über die Glasplatte hervor, so zeigt sich das Phänomen doch auch, wenn man, dem Reibezeuge gegen über, an die nicht - geriebene Seite einen abgerundeten Leiter hält. — Die Zweige des Funkens zeigen sehr deutlich, daß er nicht aus der Glasplatte kommt, sondern nach jener Stelle hinfährt, und daß diese daher die electriche Materie sehr stark anzieht. Ich weiß nicht, daß jemand dieses schöne electriche Phänomen vor mir wahrgenommen hätte .

4. Jenseits des einsaugenden Conductors, zeigt die nicht - geriebene Seite gar keine Electricität, weder positive noch negative.

5. Sobald die Scheibe nicht mehr gedreht wird, zieht die ganze nicht - geriebene Seite electriche Materie an; sie ist folglich negativ - electriche. Dagegen ist die geriebene Seite positiv - electriche. Beide Electricitäten zeigen sich viel stärker, wenn man gute Leiter beiden Seiten nähert, wie das auch bei belegten Gläsern der Fall ist. — Daß die nicht - geriebene Seite die electriche Materie anzieht, sieht man auch sehr deutlich, wenn man eine belegte Flasche nahe an den

Conductor hält, doch so, daß sie ihn nicht berührt. Die electriche Materie verbreitet sich dann in Strahlenbüscheln aus dem Conductor, über die nicht-geriebene Seite.

6. Hält man an die eine Seite der Scheibe eine leitende Ebene mit der Hand, und berührt mit der andern die zweite Seite, so erhält man einen Schlag, wie von einer geladenen Flasche.

II. Liegen die einfaugenden Theile des Leiters auf der Seite des Reibezeugs, so ist die Anziehung, oder die negative Electricität der nicht-geriebenen Seite, dem Reibezeuge gegen über, viel schwächer als im vorigen Falle; und zwar ist sie in dem Augenblicke, da das Reiben anfängt, am stärksten, nimmt aber bald ab, und erreicht nie eine beträchtliche GröÙe. Die Linie *hi* fällt viel näher an das Reibezeug, *h* oft nur einen halben Zoll davon. Sonst ist Alles wie im erstern Falle. Eben so, wenn die einfaugenden Theile des Conductors an beiden Seiten der Glasscheibe liegen; nur daß dann alle diese Erscheinungen viel schwächer find.