XVI. Ueber eine neue Einrichtung der Quecksilber-Luftpumpe; von J. C. Poggendorff.

(Aus d. Monatsberichten d. Berl. Akad. 1865 April.)

Die in neuerer Zeit wieder in Aufnahme gekommene Quecksilber-Luftpumpe ist im Grunde genommen ein sehr altes Instrument. Denn wenige Jahre, nachdem Otto v. Guericke die Kolben-Luftpumpe erfunden hatte, und wahrscheinlich unbekannt mit seiner Erfindung, benutzten die Mitglieder der *Accademia del Cimento* zu allen ihren Versuchen über das Verhalten der Körper im Vacuo ein gerades, oben gefäßförmig erweitertes Barometerrohr von größerer als zur Messung des Luftdrucks erforderlicher Länge, welches sie mit Quecksilber füllten und dann umgekehrt in dasselbe Metall eintauchten.

Die vielfachen Mängel dieser rohen Vorrichtung, welche wohl als eine Quecksilberpumpe angesehen werden kann, und besonders die außerordentlichen Fortschritte, welche die Construction der Kolben-Luftpumpe seit den Zeiten Boyle's und Papin's im ganzen Laufe des 18. und 19. Jahrhunderts gemacht hat, sind Veranlassung gewesen, daß die Idee der Florentiner Akademiker ganz in Vergessenheit gerathen ist.

Erst länger denn 50 Jahre hernach, sehen wir den Vorschlag gemacht, den Gebrauch des Quecksilbers zum Exantliren durch Construction eines besonderen Instruments wieder zur Geltung zu bringen. Derselbe ging aus von dem bekannten Theosophen Emmanuel Swedenborg, der ihn in seinem 1722 zu Leipzig erschienenen Werke: *Miscellanea observata circa res naturales et praesertim circa mineralia, ignem et montium strata* beschrieben hat.

Swedenborg's Pumpe bestand im Wesentlichen aus einem Tischchen mit drei hohen Beinen, welches die zu evacuierende Glasglocke trug, und unterhalb mit einem eisernen Gefäß verbunden war, von dem ein Eisenrohr senk-

recht herabging, welches unten durch einen Lederschlauch mit einem zweiten Eisenrohr zusammenhing. Durch Aufrichten und Niederlegen dieses beweglichen Rohrs, wurde das Quecksilber, welches beide Rohre füllte, zum Steigen und Sinken gebracht, und somit das eiserne Gefäß, welches mit den nöthigen Ventilen versehen war, abwechselnd mit dem flüssigen Metall gefüllt und wiederum geleert.

Dieses Princip ist dasselbe, zu welchem Joseph Baader bei seiner zweiten Quecksilberpumpe überging, nur in verbesserter Gestalt, indem er den Lederschlauch Svedenborg's, von dessen Idee er übrigens nichts gewußt zu haben scheint¹⁾, durch ein Metallgelenk ersetzte. Bei seiner ersten Pumpe, die er 1784 in Hübner's physikal. Taschenbuch beschrieben hatte, waren die beiden Rohre, das herabgehende und das in die Höhe führende, unverrückbar mit einander verbunden, und das Senken des Quecksilbers in dem Verdünnungs-Gefäß geschah, indem die nöthige Menge des flüssigen Metalls durch einen Hahn in der unteren Biegung der Röhre abgelassen wurde. Einschütten des ausgeflossenen Quecksilbers in die aufrechte Röhre, nachdem der Hahn verschlossen und das Verdünnungs-Gefäß zur Fortschaffung der eingesogenen Luft geöffnet worden, stellte den anfänglichen Zustand wieder her.

Diese Pumpen, die übrigens, wie es scheint, nie von ihren Urhebern zur Ausführung gebracht worden sind, haben aber nicht den Beifall der Physiker erlangt; und dasselbe gilt von all den Pumpen, welche successive von Hindenburg, Michel, Cazalet, Kemp, Edelcrantz, Patten, Oechsle, Romershausen, Uthe, Mile, Kravogl u. A. theils vorgeschlagen, theils wirklich hergestellt worden sind, und in welchen meistens das Quecksilber durch einen Kolben bewegt wird.

Erst in neuester Zeit ist die Quecksilber-Luftpumpe zu

1) Es gebührt wohl Gren das Verdienst, zuerst an Svedenborg erinnern zu haben, indem er aus dessen Werk die bezügliche Stelle nebst Abbildung in sein Journ. d. Physik von 1791 (Bd. IV. S. 407) einrückte.

Ansehen gelangt, seitdem der Glaskünstler Geißler in Bonn sie zur Anfertigung der nach ihm benannten evacuirten Röhren benutzt, und dabei ein Vacuum von einer Vollkommenheit dargestellt hat, wie es mit der besten Kolben-Luftpumpe nicht zu erhalten ist.

Die Geißler'sche Pumpe, welche dem größeren Publicum zuerst durch eine hier i. J. 1858 erschienene Schrift des Dr. Theodor Meyer über das geschichtete elektrische Licht bekannt geworden ist, weicht in ihrem Principe nicht von der Svedenborg'schen ab, hat aber eine ihrem speciellen Zweck mehr entsprechende Gestalt. Sie ist bis auf das Gummirohr, welches den ehemaligen Lederschlauch ersetzt, ganz aus Glas verfertigt, und, was die Theile betrifft, welche die zu evacuierende Röhre mit dem Pumpenkörper verbinden, das Hineinbringen verschiedener Gase und das Austrocknen derselben gestatten, mit großer Sauberkeit und Geschicklichkeit ausgeführt. Dagegen ist die Vorrichtung zum Aufrichten und Niederlegen des beweglichen Rohrs nur roh, und leicht Beschädigungen ausgesetzt. Anfangs wurden diese Operationen ganz aus freier Hand vollzogen, späterhin, da sich dieses bei einem Glasrohr und einer Quecksilbermasse von 30 bis 40 Pfund als zu beschwerlich und gefährlich erwies, mit Hülfe einer Winde.

In neuester Zeit hat der hiesige Geißler Pumpen kleinerer Art construiert, welche nur 15 Pfund Quecksilber fassen. Bei diesen sind die beiden Glasrohre ersetzt durch einen langen und starken Gummischlauch, welcher das ovale Verdünnungsgefäß mit einer Glaskugel von gleicher Capacität verbindet. Und die Operation des Evacuierens geschieht dadurch, daß die Glaskugel aus freier Hand abwechselnd auf den Fußboden und auf ein neben der Pumpe befindliches Gestell gelegt wird. Diese Vorrichtung ist einfach, muß aber das Bedenken erregen, ob der Gummischlauch lange vorhalten werde; außerdem erfordert die Operation einen nicht unbedeutenden Kraftaufwand und setzt den Apparat leicht Gefahren aus.

Die Quecksilberpumpe, sie mag nun auf die eine oder

andere Weise construirt worden seyn, ist wegen Langsamkeit der Operation, nur geeignet, Gefäße von kleiner Räumlichkeit zu evacuiren, und wenn sie auch hierbei einen höheren Grad von Verdünnung gestattet, wird sie doch nie die gewöhnliche Luftpumpe aus den Cabinetten verdrängen.

Diese Ueberzeugung und der Umstand, daß denn doch heut zu Tage jeder Physiker ohnedieß schon mit einer Luftpumpe versehen ist, brachte mich im Laufe des vorigen Sommers auf den Gedanken, sie wo möglich so abzuändern, daß sie ein Anhängsel zu der gewöhnlichen Luftpumpe bilde, welches sich, je nach Bedürfnis, mit derselben verknüpfen und wieder von ihr abtrennen lasse.

Die Ausführung dieses Gedankens hat keine praktische Schwierigkeit, vertheuert das Instrument nicht, erlaubt es in jeder beliebigen Größe darzustellen, und macht die Operation des Evacuirens zu einer bequemen und völlig gefahrlosen.

Um aus Erfahrung über die Sache sprechen zu können, habe ich zur Probe ein solches Hilfs-Instrument anfertigen lassen, und wie vorausszusehen hat es meinen Erwartungen vollkommen entsprochen. Ich glaube daher, daß die Veröffentlichung desselben den Physikern von einigem Nutzen seyn kann.

Der Körper des Instruments (Taf. I, Fig. 2) besteht wesentlich aus zwei Theilen, nämlich: 1) einer Glasflasche *A* (bei meinem Exemplar etwa 12" hoch und 6" im Durchmesser) mit etwas weitem Hals und einer seitlichen Tubulatur, und 2) einem eiförmigen Glasgefäß *B* mit kurzem Hals nach oben, und einem langen nach unten, mit welchem es in den Hals der Flasche eingeschliffen ist und fast bis zum Boden derselben hinabreicht.

Auf die Tubulatur der Flasche *A* ist eine Kappe von Eisen gekittet, versehen mit einem Canal, der nach außen in einer Dille *i* mündet, und durch einen Hahn *f* luftdicht verschlossen werden kann.

Ebenso ist der obere Hals des eiförmigen Gefäßes *B*

mit einer eisernen Kappe versehen, deren Canal durch den Hahn *g* verschließbar ist und zunächst zu dem Fläschchen *d* führt, welches auf seinem Halse die aufgekittete eiserne Dille *k* trägt.

Der letztgenannte Hahn *g* hat einen dreifachen Zweck und eine demgemäße Bohrung.

Steht sein Griff senkrecht mit dem Ende *p* nach unten, so setzt er das Gefäß *B* mit dem Fläschchen *a*, und, sobald die Dille *k* offen ist, mit der äußeren Luft in Verbindung.

Neigt er unter 45° , so schließt er das Gefäß vollständig ab, und liegt er horizontal, mit dem Ende *p* nach links, so errichtet er eine Communication zwischen diesem Gefäß und einem Seitenkanal *l*, an welchen die zu evacuirenden Gegenstände luftdicht angesetzt worden ¹⁾.

Die Verknüpfung dieses Apparats mit der Luftpumpe geschieht durch einen Gummischlauch, der an jedem Ende mit einem hohlen konischen Metallzapfen versehen ist.

Der eine dieser Zapfen wird in das Loch gesteckt, mit welchem der Haupthahn *h* jeder Luftpumpe immer schon versehen ist, um evacuirte Gefäße entweder vom Pumpenkörper absperrern oder wieder mit Luft füllen zu können, und der andere Zapfen wird abwechselnd in eine der Dillen *i* und *k* gesteckt.

Soll der Apparat functioniren, so muß zuvörderst die Flasche *A* bis nahe an ihre Tubulatur mit Quecksilber gefüllt werden, wozu bei meinem Exemplar 40 Pfund erforderlich sind: dann muß der Haupthahn *h* der Luftpumpe so gestellt seyn, daß der in ihn eingesteckte Gummischlauch mit den Stiefeln communicirt.

Hierauf wird der andere Zapfen des Schlauchs in die

1) Dieser Seitenkanal *l* ist in der Figur, der Deutlichkeit halber, als rechtwinklich gegen den Hahn *g* dargestellt; es ist aber besser denselben in der Verlängerung dieses Hahnes anzubringen, und letzterem eine ähnliche doppelte Bohrung zu geben, wie sie der Hahn *h* der Luftpumpe besitzt. Dadurch wird verhütet, daß Quecksilber in den Kanal *l* komme.

Dille *k* gesteckt, der Griff des Hahnes *g* senkrecht, mit *p* nach unten, gestellt und die Pumpe in Bewegung gesetzt.

Zwei Kolbenhübe meiner Pumpe sind hinreichend, um das Quecksilber auf die erforderliche Höhe zu bringen, d. h. nicht allein das Gefäß *B* vollständig zu füllen, sondern auch, was zur sicheren Verdrängung aller Luft nothwendig ist, noch durch den Hahn *g* in das darüber befindliche Fläschchen *d* zu treiben.

Nachdem dieses geschehen, wird der Hahn *g*, mit *p* nach links, unter 45° gestellt, also das Gefäß *B* verschlossen, der Zapfen des Schlauchs zur oberen Dille *k* herausgezogen, in die untere *i* eingesetzt, und mit dem Pumpen wieder begonnen.

Vier Kolbenhübe meiner Pumpe reichen aus, um das Gefäß *B*, trotz seiner ansehnlichen Gröfse, wieder vom Quecksilber zu leeren, und somit darin ein Vacuum herzustellen, wie es ohne Auskochen des Quecksilbers nicht vollkommener zu erhalten ist.

Um nun dieses Vacuum seinem Zwecke gemäß zu benutzen, wird der Griff des oberen Hahns *g* horizontal gedreht, mit dem Ende *p* nach links, wodurch der Seitenkanal *l* und die damit verknüpften Röhren oder sonstige Hohlkörper mit dem luftleeren Gefäß *B* in Communication treten.

Sicherheits halber kann man vorher die Flasche *A* durch den Hahn *f* abschließen, wiewohl es nicht nöthig, so lange die Verbindung mit der Pumpe unterhalten bleibt. Auch ist nach vollzogener Evacuation das Gefäß *B* wiederum durch Drehung des Hahnes *g* zu verschließen.

Dies ist im Allgemeinen der Gang der Operation des Evacuirens, die natürlich so oft als nöthig wiederholt werden muß.

Sie erfordert, wie man sieht, keinen großen Kraftaufwand und ist auch mit keiner Gefahr verknüpft, zumal der Apparat in ein starkes Holzgefäß *C* von solcher Gröfse gestellt ist, daß es in dem kaum denkbaren Fall eines Unglücks die ganze Quecksilbermasse aufzunehmen vermag.

Jede Wiederholung der Operation beginnt übrigens damit, daß man die Flasche *A* von der Pumpe trennt, und durch vorsichtige Drehung des Hahnes *f* das Quecksilber langsam in das Gefäß *B* emporsteigen läßt. Bei der geringen Capacität, welche meistens die evacuirtten Hohlkörper besitzen, füllt sich dasselbe wiederum größtentheils von selbst, so daß man, nach Oeffnung des Hahns *g*, nur wenig Luft zur oberen Dille herauszuziehen braucht.

Es versteht sich wohl von selbst, daß dieser Apparat, wenn er sorgfältig ausgeführt worden ist, dasselbe leisten muß wie die Geißler'sche Pumpe, da er ja nur durch die Methode des Exantlirens von derselben abweicht.

Von den vorläufigen Versuchen, welche ich mit demselben angestellt habe, will ich hier nur eines erwähnen, welcher geeignet ist, die Meinung zu widerlegen, als könne man mittelst der Quecksilberpumpe ein absolutes Vacuum herstellen. Ich habe nämlich versucht, ob das Verdünnungs-Gefäß *B*, nachdem es vom Quecksilber geleert worden, einen elektrischen Strom durchlasse. Und das ist wirklich der Fall. Verbindet man die eisernen Kappen des Apparats mit den Polen des Inductoriums, nachdem man durch den Hahn *f* einen Eisendraht in das Quecksilber der Flasche *A* gesteckt hat, so erhält man die bekannte Licht-Erscheinung aufs Schönste ausgebildet.

Zunächst dient der beschriebene Apparat, wie gesagt, nur zum Evacuiren von kleinen Hohlkörpern, die direct mit dem Seitenkanal *l* verknüpft werden. Er läßt sich indess auch zum Auspumpen größerer Gefäße benutzen, z. B. zum Auspumpen von Glocken, die einen Teller erfordern.

Dies wird erreicht, indem man den eben erwähnten Seitenkanal *l* durch ein biegsames Metallrohr mit der Luftpumpe in Verbindung setzt, und zwar mittelst des Hahns *m* der bei der Pistor'schen Pumpe zu der Hawksbee'schen Barometerprobe führt und zu diesem Zweck mit einer zweiten Bohrung, ähnlich der im Haupthahn *h*, versehen werden muß.

Stellt man nun den Haupthahn *h* zuvörderst so, daß eine Communication zwischen den Pumpenstiefeln und der auf dem Teller gesetzten Glocke errichtet ist, so kann man diese erstlich so weit evacuiren als es die Pumpe gestattet; und wenn man darauf den Haupthahn um einen rechten Winkel zurückdreht und durch den Gummischlauch mit dem Quecksilber-Apparat verknüpft, ist man durch die vorhin beschriebenen Operationen im Stande, das Evacuiren fortzusetzen und ein vollkommneres Vacuum herzustellen.

Es verlangt dieß aber, wie natürlich, eine völlige Luftdichtheit aller Verbindungen, und wird auch dann noch ein langwieriges Geschäft bleiben, wenn das Volum der zu evacuirenden Glocke etwas beträchtlich ist gegen das des Verdünnungsgefäßes *B* der Quecksilberpumpe.

Die Idee zu der eben beschriebenen Vorrichtung kam mir im vorigen Herbst auf der Naturforscherversammlung in Gießen, wo ich Gelegenheit hatte, einigen von dem Bonner Geißler mit seiner Pumpe angestellten Versuchen beizuwohnen, aber auch Zeuge seyn sollte, wie leicht das Instrument durch ungeschickte Hände zertrümmert werden kann.

Nach meiner Rückkehr nach Berlin beschloß ich, meine Idee wenigstens versuchsweise sogleich verwirklichen zu lassen. Ich hatte sie bereits einem Mechanicus zur Ausführung übergeben, als ich, zu meiner nicht gerade angenehmen Ueberraschung aus dem unterdeß bei mir angelangten Septemberheft des *Philosoph. Magazine* ersah, daß der Rev. T. R. Robinson, derselbe, dem wir eine schätzbare Untersuchung über die Spectrallinien verdanken, schon eine Quecksilberpumpe nach ähnlichem Principe hatte verfertigt lassen.

Indeß fällt seine Idee nur zur Hälfte mit der meinigen zusammen. Er benutzt zwar, wie ich, zum Ausziehen des Quecksilbers aus dem Verdünnungsgefäß eine gewöhnliche Luftpumpe, aber zum Füllen desselben gebraucht er noch einen besonderen Apparat, einen aufrechten, 13 Zoll hohen

und 3,2 Zoll weiten Cylinder von Gufseisen, aus welchem mittelst eines Holzstempels das Quecksilber durch Druck in das Verdünnungsgefäß getrieben wird.

Dadurch und durch andere Einrichtungen wird das Instrument, das übrigens nur 10 Pfund Quecksilber faßt, so complicirt und ungeschickt in seiner Form, daß schwerlich anzunehmen ist, es werde sich eines großen Beifalls bei den Physikern erfreuen. Und daher habe ich dann auch nicht geglaubt, mit der Ausführung und Veröffentlichung meiner Idee anstehen zu dürfen.

Schließlich will ich noch erwähnen, daß wenn man sich darauf beschränken will, bloß einfache Röhren mit eingelassenen Platin- oder Aluminium-Drähten zu evacuiren, man gar nicht einer eigentlichen Quecksilberpumpe bedarf, und doch einen eben so hohen und selbst höheren Grad von Luftverdünnung erreichen kann als mittelst dieser.

Es ist dazu weiter nichts erforderlich als eine kleine Entbindungsflasche, die man etwa zur Hälfte mit Quecksilber füllt, und deren Hals und Tubulus durch Pfropfen verschlossen worden sind. Durch den Pfropfen des Tubulus steckt man einen eisernen Kanal, der durch einen Hahn verschließbar ist und nach außen in einer Dille ausläuft, und durch den Pfropfen des Halses schiebt man eine etwa 8 bis 10 Zoll lange Glasröhre, die ungefähr in der Mitte der zu evacuiren den Röhre und rechtwinklich an dieselbe angeschmolzen seyn muß.

Zunächst schiebt man die Ansatzröhre nur so tief hinab, daß sie ein wenig in das Quecksilber eintaucht, kehrt dann die Flasche um, damit sich die zu evacuirende Röhre mit Quecksilber fülle, kocht, wenn man will, dasselbe aus, richtet die Flasche langsam wieder auf, während man die Ansatzröhre immer tiefer fast bis zum Boden derselben hineinschiebt, und verbindet nun die Dille des Hahns im Tubulus auf früher angegebene Weise durch einen Gummischlauch mit der Luftpumpe. Es wird kaum ein halber Kolbenhub nöthig seyn, um die Röhre zu evacuiren, die

man nun, nachdem der Hahn verschlossen und der Gummischlauch abgetrennt worden, entweder abschmelzen oder mit der Flasche in Verbindung lassen kann.

Obwohl in der Flasche nur ein sehr geringer Grad von Luftverdünnung nöthig ist, um die Röhre vollständig zu evacuiren, so ist es doch gerathen, besonders wenn man die Röhre nicht sogleich abschmelzt, die beiden Pfropfen vor dem Auspumpen wohl mit Siegelack zu überziehen.

XVII. *Ueber Nebenringe am Newton'schen Farbenglase; von J. Stefan.*

(Aus d. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1864; vom Hrn. Verf. mitgetheilt.)

In einer früheren Note habe ich mitgetheilt, daß man am Newton'schen Glase neben den farbigen Ringen ein System von feinen Halbkreisen wahrnimmt, wenn man die Pupille zum Theil mit einem feinen Glimmerblättchen bedeckt¹⁾. Diese Halbkreise befinden sich auf jener Seite des Farbenglases, welcher der unbedeckte Theil der Pupille zugewendet ist. Der Abstand des mittleren dieser Halbkreise vom Centrum der Newton'schen Ringe wurde der Quadratwurzel aus der Dicke des Blättchens proportional gefunden.

Seitdem habe ich eine solche secundäre Interferenzerscheinung am Newton'schen Glase noch auf eine andere Weise beobachtet. Wenn man schief gegen das Farbenglas sieht, so ist das vom Auge aufgenommene Licht immer theilweise polarisirt. Man überzeugt sich davon, wenn man das Farbenglas durch eine Turmalinplatte oder ein Nicol'sches Prisma betrachtet, bei dessen Drehung das Farbenglas heller und dunkler wird. Stellt man den Nicol so, daß das Farbenglas dunkel erscheint und bringt zwischen Farbenglas und Nicol eine parallel zur Axe geschnittene Quarzplatte von z. B. einem oder zwei Millimetern

1) Diese Ann. Bd. 123, S. 650.