tromotorischen Kraft setzen. Einer Aenderung der Concentration um $C = 1$ entspricht dann eine solche der electromotorischen Kraft von 0,004 D. Von $C = 0$ bis $C = 1$ beträgt dagegen die Zunahme das 63fache dieser mittleren zwischen $C = 1$ und $C = 83$, nämlich 0,254 D.

Tritt Au an die Stelle von Pt, so bleibt die Gestalt der Curve fast genau die nämliche. Die bei Wasser, wie schon früher gefunden, etwas kleinere electromotorische Kraft bleibt auch bei steigendem Gehalte an HNO_3 fortwährend ein wenig kleiner als bei Pt, ohne dass aber die Differenz bei mittleren Concentrationen die Grösse von 0,02 D. überschritte. Erst von etwa $C = 70$ an wächst die electromotorische Kraft langsamer, die Curve krümmt sich nach der Abscissenaxe, und die Differenz der electromotorischen Kräfte von Pt und Au steigt auf 0,07 D. bei 83-procentiger Säure.

Ich beabsichtige in Kürze weitere Aufschlüsse über das galvanische Verhalten des Au mitzuthellen.

Früher¹⁾ habe ich gefunden, dass die electromotorische Kraft eines Grove'schen Elements, wenn sie mit einem empfindlichen Galvanometer unter Einschaltung eines sehr grossen Widerstandes bestimmt wird, beim Uebergange von 86-procentiger zu 20-procentiger Salpetersäure um 12,5 Proc. abnimmt. Hiermit stimmen die vorstehenden, mit geöffneten Elementen erhaltenen Resultate vollkommen überein: Durch die Ersetzung von 83-procentiger durch 19-procentige Säure nimmt die electromotorische Kraft um 12,6 Proc. ab.

Giessen, Anfang December 1880.

VIII. *Ueber eine neue Form der Töpler'schen Quecksilberluftpumpe und einige mit ihr angestellte Versuche; von Ernst Bessel-Hagen.*

Zu den vielfachen Versuchen, welche Hr. Crookes²⁾ in neuerer Zeit über electriche Entladungs- und radio-

1) Fromme, Wied. Ann. 8. p. 327—335. 1879.

2) Crookes, Proc. Roy. Soc. 25. p. 304—314. 1875 u. fige. Bände. Phil. Trans. 165. p. 519—547. 1875.

metrische Erscheinungen in stark verdünnten Gasen angestellt, und bei denen er die Evacuierung so ausserordentlich weit getrieben hat, bediente er sich der von Hrn. Ch. H. Gimingham ¹⁾ verbesserten Sprengel'schen Quecksilberluftpumpe. Der Theorie nach gestattet dieser Apparat, jede beliebige Verdünnung zu erreichen, vorausgesetzt nur, dass das Quecksilber, welches stets von neuem das Fallrohr der Pumpe durchfliesst, nicht selbst etwa kleine Mengen von Luft aus der Atmosphäre wieder mit sich fortreisst und in die zu entleerenden Räume zurückführt. Den Hauptübelstand der Sprengel'schen Luftpumpe, welcher jedem klar geworden sein wird, der Gelegenheit hatte, mit ihr zu arbeiten, und der darin besteht, dass die Verdünnung so langsam fortschreitet, hat Hr. Gimingham dadurch zu vermindern gesucht, dass er eine Pumpe nach Sprengel'schem Princip ²⁾ baute, bei welcher er statt eines einzelnen Fallrohres drei mit einander verbundene benutzt, denen aus gemeinsamem Reservoir das Quecksilber zugeführt wird.

Der von Hrn. Gimingham construirte Apparat ist, was seine Leistungsfähigkeit angeht, ohne Zweifel ausserordentlich vollkommen, und Hr. Crookes hat mit ihm die höchsten, bis dahin beobachteten und gemessenen Verdünnungen erhalten, der Apparat ist jedoch auch so complicirt und so zerbrechlich, dass es wünschenswerth erschien, zu untersuchen, ob man nicht mit der ausserordentlich sinnreich construirten, von Hrn. Töpler ³⁾ angegebenen und bei weitem einfacheren Quecksilberluftpumpe zu ebenso hohen Verdünnungen gelangen könne, als sie Hr. Crookes mit der Sprengel-Gimingham'schen erhalten hat. Es hat sich herausgestellt, dass dies nicht blos der Fall ist, sondern

1) Gimingham, Proc. Roy. Soc. **25.** p. 396 — 402. Beibl. 1. p. 175. 1877.

2) Hr. v. Babo hat unter Zuhülfenahme einer Wasserluftpumpe eine sehr hübsche, continuirlich wirkende Luftpumpe nach Sprengel'schem Princip in den Ber. der naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. **2.** Heft 3 p. 1—14 veröffentlicht, deren Mangel nur der ist, dass das Quecksilber immer wieder mit den Wasserdämpfen der Wasserluftpumpe in Berührung kommt.

3) Töpler, Dingler polyt. J. **168.** p. 426. 1862.

dass man mittelst derselben sogar noch zu erheblich höheren Verdünnungen gelangen kann.¹⁾

Zu meinen Versuchen habe ich die ursprüngliche Form der Töpler'schen Luftpumpe, betreffs deren Construction ich auf die Originalabhandlung verweisen muss, in einigen Beziehungen abgeändert. Es ist hierdurch erreicht, eine Pumpe herzustellen, bei welcher ohne jeglichen Schliff oder Hahn die Verbindung mit dem Recipienten nur durch Glas und Quecksilber hergestellt wird, bei der die Grenze, bis zu welcher die Gasverdünnung getrieben werden kann, beträchtlich weiter hinaus gerückt ist, als das bei der alten Form der Fall war, und deren Zerbrechlichkeit wesentlich vermindert ist.

Beschreibung der Pumpe. Die Einrichtung und Aufstellung des Apparates ist aus Taf. III Fig. 7 u. 8 ersichtlich.

Das Glasrohr *A*, dessen unteres Ende durch den dickwandigen, mit Hanfeinlage versehenen, schwarzen²⁾ Kautschukschlauch *S* mit dem Quecksilberreservoir *Q* verbunden ist, trägt an seinem oberen Ende die Luftpumpenkugel *K*, an welche bei *O* das abwärts gebogene, etwa 2 mm weite, 815 mm lange Auslassrohr *B* sich ansetzt, welches letztere wieder aufwärts gebogen in das etwa 13 mm weite, 250 mm lange Rohr *C* ausläuft.

Die direct oberhalb und unterhalb der Kugel *K* gelegenen Stücke des Rohres *A* sind miteinander verbunden durch ein weites, zweimal stumpfwinklig gebogenes Seitenrohr *D*, dessen Zweck es ist, die sonst unvermeidlichen, beim Eintritt der Luft aus dem Recipienten in die Pumpenkugel auftretenden, sehr heftigen Stösse zu verhindern.³⁾ An das Rohr *D* hinan ist an einer Stelle, die tiefer liegt als das untere Ende der Pumpenkugel *K*, das oben offene, 110 cm lange Steigrohr *E* angeblasen. Vermittelst eines passenden Korkes ist ein als Quecksilberwanne dienendes Rohr *F* (her-

1) Vgl. p. 438.

2) Bei Anwendung eines solchen findet ein Verschmieren des Quecksilbers auch nach jahrelangem Gebrauche nicht statt.

3) Zu gleichem Zwecke zuerst von Hrn. Neesen bei dessen Quecksilberventilluftpumpe (Wied. Ann. 8. p. 608. 1878) verwendet.

gestellt aus einem Fläschchen, dessen Boden abgesprengt ist) auf das Steigrohr *E* quecksilberdicht (siehe Taf. III Fig. 7 und 8) aufgesetzt. Um die Verbindung der Pumpe mit dem Recipienten herstellen zu können, sind dem Apparate zwei lange U-förmige Röhren beigegeben. Die eine dieser Röhren (in Taf. III Fig. 7 mit G_1 bezeichnet) trägt das horizontale Rohr *H*, an welches der Recipient (z. B. in unserer Zeichnung ein Geissler'sches Rohr *R*) direct angeschmolzen wird, nachdem zuvor durch das Röhrchen *L* etwas Phosphorsäureanhydrid in die Trockenkugel *M* eingeführt und darauf das Rohr *L* ebenfalls durch Zuschmelzen geschlossen war. Stülpt man, nachdem der hölzerne Vorreiber *J* geöffnet ist, nun über das Steigrohr *E* den freien Schenkel der Röhre G_1 , sodass deren unteres Ende hinreichend tief unter das in die Wanne *F* gebrachte Quecksilber taucht, und hat man das Abschlussrohr *C* einige Centimeter hoch, und ausserdem das Quecksilberreservoir *Q*, auf welche beide ein mit Chlorcalcium gefülltes Trockenrohr aufgesetzt wird, mit Quecksilber gefüllt, so ist der Apparat zum Gebrauch fertig. (Siehe die Anmerkung 1.)

Der Zweck, die Verbindung des Recipienten mit der Luftpumpe durch Ueberstülpen des einen Schenkels der

1) Hr. Neesen hat bei Gelegenheit seiner soeben (Wied. Ann. 11. p. 522. 1880) veröffentlichten Skizze einer doppelt wirkenden, noch nicht ausgeführten Quecksilberluftpumpe seine in Wied. Ann. 3. p. 608. 1878 beschriebene — übrigens zur Erreichung hoher Verdünnungen gänzlich ungeeignete — Quecksilberventilluftpumpe dadurch umgestaltet, dass er die Glasventile verwirft und statt dessen die von mir angegebene Form des Töpler'schen Auslassrohres, deren Vorzüge auf p. 433 erörtert sind, stillschweigend acceptirt. Er gelangt auf diese Weise zu einem Apparat, der in seinen wesentlichen Theilen übereinstimmt mit der soeben beschriebenen Form der Töpler'schen Luftpumpe. Ich erlaube mir die Bemerkung, dass Hr. Glasbläser Florenz Müller (Berlin, W., Kronenstr. 71) seit drei Jahren die Töpler'sche Luftpumpe nach meiner Angabe — also auch mit angebrachtem Seitenrohr *D* und direct angeblasenem Abschlussrohr *C* — fertigt, dass sich diese Pumpen im hiesigen physikalischen Institut seit eben dieser Zeit in mehrfachen (gegenwärtig fünf) Exemplaren in fortwährendem Gebrauche befinden und sich in jeder Beziehung gut bewähren.

(Preis incl. Stativ und Schlauch 125 M.)

U-Röhre G_1 herzustellen — eine Einrichtung, zu deren Construction mich ein ähnlicher Vorschlag des Hrn. Helmholtz veranlasst hat — ist der, die Anwendung eines Schliffstückes zu umgehen, dabei aber doch die Möglichkeit zu haben, den Recipienten mit Leichtigkeit mit der Pumpe verbinden, resp. von ihr abnehmen zu können und als Abschlussmittel dazu nur Glas und Quecksilber zur Verwendung zu bringen. Wenn nämlich der Recipient mittelst der Pumpe evacuirt wird, so steigt Quecksilber aus dem als Wanne dienenden Fläschchen *F* in den zwischen dem Steigrohr *E* und dem übergestülpten Schenkel des *U*-Rohres G_1 bleibenden Zwischenraum empor, lässt aber — da die Länge des Rohres *E* von dem Boden des Fläschchens *F* ausgerechnet, beträchtlich grösser ist, als die der barometrischen Quecksilbersäule — durch sich hindurch nicht Luft aus der Atmosphäre in den Recipienten wieder eindringen.

Man erkennt, dass auf diese Weise sämtliche Fehlerquellen ausgeschlossen sind, welche bei allen anderen Pumpen durch Hahnschliffe und Schmiermittel nothwendigerweise stets vorhanden sein müssen.

Dementsprechend wird die Pumpe gerade in dieser Form sich vortrefflich zur Herstellung von Normalbarometern etc. eignen. [Für den gewöhnlichen Gebrauch in Laboratorien, wo es sich in der Regel nicht um Erreichung der grösstmöglichen Verdünnung handelt, und wo Fettdämpfe nicht störend wirken, wird es selbstverständlich zweckmässiger und bequemer sein, die Verbindung der Pumpe mit dem Recipienten durch geeignete Schliffstücke herzustellen. Zu diesem Zwecke ist der Pumpe noch ein zweites *U*-förmiges Verbindungsrohr G_2 (Taf. III Fig. 8) beigegeben, welches bestimmt ist, das soeben beschriebene in diesen Fällen zu ersetzen. Dasselbe trägt gleichfalls die zur Aufnahme von Phosphorsäureanhydrid bestimmte, hier mit Tubus und eingeschliffenem Stöpsel versehene Trockenkugel *M*, an deren oberen Theil ein Schliffstück *N* angeschmolzen ist, in welches ein mit zwei Hähnen versehenes *T*-Stück eingesetzt werden kann, welches letztere zur Verbindung mit dem Recipienten dient und zu gleicher Zeit durch den Hahn *W* Luft oder

Gase in den entleerten Recipienten oder die Pumpe je nach Bedarf einzuführen gestattet.]

Um bei Anwendung des ersteren, auf voriger Seite erwähnten *U*-förmigen Verbindungsrohres Luft in die entleerte Pumpe ohne Gefahr für letztere wieder bequem nach dem Versuch einlassen zu können, thut man gut, die zum Einfüllen des Phosphorsäureanhydrids bestimmte Röhre *L* (Taf. III Fig. 7) nach dem Einfüllen zu einer sehr engen Capillaren auszuziehen und erst letztere zuzuschmelzen. Man braucht dann, um Luft nach dem Versuch einzulassen, nur die Spitze des capillaren Röhrchens aufzubrechen; selbstverständlich aber hat man dazu das Reservoir *Q* vorher in seine tiefste Stellung zu bringen, sodass die Oeffnung des zur Pumpenkugel *K* führenden Rohres *E* frei geworden ist.

Will man endlich die Möglichkeit haben, andere Gase beliebig, und zwar auch wieder ohne Zuhülfenahme eines Hahnes oder Schließes in den Recipienten einführen zu können, so muss man zwischen letzteren und die von den resp. Gasen erfüllten Gefäße ein etwa 80 cm langes, aufrecht stehendes *U*-Rohr (siehe Taf. III Fig. 8a) einschalten, das unten mit einem angeblasenen Röhrchen versehen ist, welches durch einen dickwandigen Schlauch mit einem kleinen, dem in Taf. III Fig. 7 mit *Q* bezeichneten ähnlichen Quecksilberreservoir verbunden ist. Ein Heben oder Senken des letzteren treibt Quecksilber in die Schenkel des *U*-förmigen Rohres oder entfernt es aus ihnen und unterbricht, resp. stellt in der gewünschten Weise die Verbindung des Recipienten mit den gaserfüllten Räumen wieder her.

Was die Aufstellung der Pumpe anlangt, so ist das ganze Rohrsystem auf einem Brette derart befestigt, dass der untere Theil der Kugel *K* mit einem hinreichend weiten Metallband umgeben ist, das mit Gyps ausgegossen wird, die übrigen Rohrtheile sind mittelst nicht zu enger Metallbänder auf das Holz aufgeschraubt. Auf der Rückseite des Brettes ist ein horizontales, durch Stützen abgesteiftes Brett angebracht, um die Pumpe mittelst einer Zwingschraube an den Experimentirtisch anschrauben zu können. Es empfiehlt sich gerade diese Art der Aufstellung, da der Apparat dann

trotz seines grossen Gewichtes nicht so schwank aufgestellt ist, als das bei Anwendung eines Fusses der Fall sein würde. Wie aus der Figur ersichtlich, ist bei *U* am Stativ eine mit Kork gefütterte eiserne Schraubklemme angebracht zur Fixirung des zum Recipienten führenden Rohres *H*, resp. des Schliffstückes *N*. Das am Holzgestelle der Pumpe selbst angebrachte Stellbrettchen dient, um beim Tragen der Pumpe das Quecksilbergefäss *Q* einhängen zu können. Beim Gebrauch wird letzteres in den in passende Höhe zu stellenden Träger *T* eingehängt.

Die Manipulation des Pumpens ist eine höchst einfache und besteht lediglich in einem Heben und Senken des Quecksilbergefässes *Q*. Ich gestatte mir, sie der Vollständigkeit halber an der Hand von Töpler's¹⁾ Originalabhandlung (*mutatis mutandis*) in Kürze hier aufzuführen. „Hebt man das Quecksilberreservoir *Q*, so wird, sobald das Quecksilber im Rohre *A* bis zur Einmündungsstelle des zum Recipienten führenden Rohres *E* gestiegen ist, die Communication der Kugel *K* und des Recipienten durch die im Rohre *E* aufsteigende Quecksilbersäule unterbrochen, während die in der Kugel *K* enthaltene Luft mehr und mehr zusammengepresst in Blasen durch das im Auslassrohr *BC* befindliche Quecksilber entweichen wird. Hat man das Reservoir *Q* so weit gehoben, dass die ganze Kugel *K* etwa bis zur Höhe der Marke *O* mit Quecksilber gefüllt ist, und entweichen bei *C* keine Luftblasen mehr, so wird das Gefäss *Q* nun gesenkt, das Quecksilber fliesst sofort aus der Kugel *K* und aus dem Steigrohr *E* wieder zurück, die Oeffnung des letzteren wird frei, und die im Recipienten enthaltene Luft dringt durch das Rohr *D* in die Kugel *K* ein. Gleichzeitig steigt im Auslassrohr *B* das Quecksilber aus *C* empor, und ebenso aus der Wanne *F* in den zwischen dem Steigrohr *E* und dem übergestülpten Rohr *G*²⁾ bleibenden Zwischenraum, und zwar bis zu einer Höhe, welche dem Unterschiede der Span-

1) Toepler, Dingl. J. 163. p. 426. 1862.

2) Dieses Rohr bietet auch noch den Vortheil, dass bei etwaigem unvorsichtigem, zu weitem Emporheben des Reservoirs *Q* nicht Quecksilber in die zum Recipienten führenden Rohrtheile *H*. *M* etc. laufen kann.

nung der Atmosphäre und der im Recipienten enthaltenen Luft entspricht. Ist das Quecksilber aus der Kugel *K* bis unter die Höhe der Ansatzstelle des Rohres *E* gefallen, so wird das Quecksilbergefass *Q* wieder gehoben, somit durch die im Innern der Steigröhre *E* aufsteigende Quecksilbersäule die Verbindung der Pumpenkugel *K* mit dem Recipienten wieder unterbrochen, die Spannung der Luft in *K* wächst, die Quecksilbersäule in *B* fällt, bis schliesslich analog wie vorher wieder ein Theil der im Recipienten zuvor enthaltenen Luft durch das im Abschlussrohr *C* befindliche Quecksilber hindurch in die Atmosphäre hinausgeschafft wird. Man bemerkt, dass von *C* aus die einmal hinausgeschaffte Luft nie wieder in den Apparat dringen kann, da das Rohr *C* länger ist als die Höhe der barometrischen Quecksilbersäule. Diese Art des Pumpens wird solange fortgesetzt, bis bei *C* keine oder nur noch unbedeutende Luftblasen entweichen. Es bleibt dabei das Auslassrohr *B* mit Luft gefüllt, deren Spannung gleich ist der der Atmosphäre, vermehrt um die kleine Quecksilbersäule, um welche alsdann in *C* das Quecksilber höher steht als in *B*. Diese das Rohr *B* erfüllende Luftmenge entspricht der bei den gewöhnlichen Luftpumpen im sogenannten schädlichen Raum zurückgebliebenen. Indess, um diese zu eliminiren, braucht man beim weiteren Pumpen das Gefäss *Q* nur noch langsam höher, und zwar so weit zu heben, bis das Quecksilber aus der Pumpenkugel *K* in das Auslassrohr *B* selbst tritt und beim Ueberfliessen die in diesem zurückgebliebene Luft vor sich herschiebend durch das Rohr *C* in die äussere Atmosphäre treibt. Bringt man hiernach das Quecksilbergefass *Q* wieder in seine tiefste Stellung, so wird über dem Quecksilber in der Kugel *K* sich eine Toricelli'sche Leere bilden, in welche dann die im Recipienten noch enthaltene Luft hineinexpandirt, sobald die Mündung des Rohres *E* frei wird. Das bei dieser Art des Pumpens aus dem Reservoir *Q* nach *C* hinübergeflossene Quecksilber hat zur Folge, dass nun die Höhendifferenz zwischen dem Niveau des Quecksilbers im Abschlussrohr *C* und dem höchsten Punkt des Rohres *B* kleiner geworden ist, als die Länge der barometrischen Quecksilbersäule, und

es schafft daher der Atmosphärendruck das nach *C* übergeführte Quecksilber selbstthätig wieder zurück, bis die erwähnte Höhendifferenz wieder gleich der Länge der barometrischen Quecksilbersäule geworden ist.“

Es ist ersichtlich, dass durch Wiederholung dieses Verfahrens die Verdünnung sehr weit wird getrieben werden können. Man hat, damit die im Rohre *B* zurückgebliebene Luftmenge vollständig durch das überfliessende Quecksilber hinausgedrängt wird, dem Rohr *B* eine passende Weite (etwa 2 mm) zu geben, und muss dasselbe sich trichterförmig (nicht halbkugelförmig) in das Rohr *C* erweitern lassen. Es kommt gerade hierauf viel an, wenn man die grösstmöglichen Verdünnungen erreichen will. Würde man z. B., wie das bei der ursprünglichen Form der Toepler'schen Pumpe der Fall ist, das Rohr *B* unten (gleichgültig ob gerade oder schräg) abschneiden und in einen mit Quecksilber theilweise erfüllten, kleinen Stehcylinder eintauchen lassen, so setzt sich das hinauszuschaffende Luftbläschen mit grösster Hartnäckigkeit an dem unteren, scharfen Rand des Auslassrohres *B* fest, wird durch das zurückfliessende Quecksilber zurück und in die Kugel *K* wiederum eingeführt, wodurch das weitere Evacuiren ausserordentlich verlangsamt, wenn nicht ganz illusorisch gemacht wird.

Es ist schon auf der vorigen Seite (unten) erwähnt worden, dass das letzte Heben des Reservoirs *Q* langsam zu geschehen habe, vermittelt dessen man das Ueberfliessen des Quecksilbers aus der Pumpenkugel *K* in das Rohr *B* bewirkt, um so die in diesem zurückgebliebene Luftmenge in die äussere Atmosphäre hinauszudrängen. Es ist dieses deshalb nothwendig, da sonst der in das Auslassrohr *B* übertretende Quecksilberstrahl bei hohen Verdünnungen, bei welchen die ganze in der Pumpenkugel *K* befindliche Luftmenge schliesslich auf ein mikroskopisches Luftbläschen sich zusammenschieben lässt, so heftig auf die im Rohre *B* stehende Quecksilbersäule aufstossen würde, dass der Apparat Gefahr laufen könnte, zertrümmert zu werden. Man gibt daher dem das Quecksilbergefass *Q* tragenden Träger *T* durch Einstecken von Anschlagstiften in eines der Löcher *X* und *Y*

der Holzsäule des Stativs nur eine solche Bewegungsweite auf- und abwärts, dass das Quecksilberniveau in *Q* bei der höchsten und bei der niedrigsten Stellung des Trägers *T* nahezu um die Länge der barometrischen Quecksilbersäule tiefer steht als die obere, resp. untere Einmündungsstelle des Seitenrohres *D*. Man kann alsdann ohne Gefahr für die Pumpe das Quecksilberreservoir *Q* stets direct aus seiner tiefsten in seine höchste Stellung mittelst der am Stativ befindlichen Kurbel und Welle bringen, der Atmosphärendruck schafft alsdann das Quecksilber rasch aus dem Gefäss *Q* zum grössten Theil in die Pumpenkugel *K*, sodass man nun, wenn dies erfolgt ist, mit grösster Leichtigkeit das schon fast leere Reservoir *Q* aus dem Träger *T* heraus und langsam noch so weit heben kann, dass ein Ueberfliessen durch das Auslassrohr *B* erfolgt. Ist die Luft durch das im Auslassrohr *C* befindliche Quecksilber hindurch in die äussere Atmosphäre hinausgeschafft, so setzt man das Gefäss *Q* in seinen Träger *T* zurück und lässt es mittelst der Kurbel wieder in seine tiefste Stellung hinab.

Methode der Druckmessung. Ein höchst wesentlicher Vortheil der Pumpe (auf den Hr. Toepler in seiner ursprünglichen Beschreibung des Apparates noch nicht hingewiesen hatte) besteht darin, dass dieselbe bei jedem einzelnen Kolbenzuge eine Druckmessung¹⁾ zu machen gestattet. Zu dem Zweck ist hinter dem Rohr *B* eine Scala befestigt, welche auf der einen Seite eine Millimetertheilung, auf der anderen eine nach $\frac{1}{10}$ ccm fortschreitende, vom Einmündungspunkte *O* an rechnende Volumentheilung des Rohres *B* trägt. Ausserdem ist das gemeinschaftliche Volumen *V* der Kugel *K* und des Seitenrohres *D* von der Marke *O* bis zu der Ansatzstelle des zum Recipienten führenden Rohres *E* bestimmt.

Um eine Druckmessung²⁾ auszuführen, hat man zu beobachten, welchen Stand die obere Kuppe der im Auslassrohr *B* stehenden Quecksilbersäule einnimmt:

1) Von Hrn. Toepler in den Sitzungsber. d. naturw. Ges. Isis in Dresden 1877 p. 135 kurz erwähnt.

2) Diese Methode der Druckmessung rührt von Arago her. Siehe Regnault, relation des expériences. 1. p. 491 Anm. 1847.

1) wenn das Reservoir Q so weit gesenkt ist, dass die Pumpenkugel K durch das Rohr E mit dem Recipienten communicirt;

2) wenn die in der Kugel K enthaltene Gasmenge durch Heben des Quecksilbergeßasses Q so weit comprimirt ist, dass die ganze Kugel K bis zur Marke O mit Quecksilber erfüllt ist, dass also die ganze zuvor die Pumpenkugel K erfüllende Gasmenge nur noch eine gewisse

3) abzulesende Zahl v von Zehntelcubikcentimetern im Rohre B einnimmt.

Nennt man V das Volumen des Gases im ersten Falle, x dessen gesuchten Druck, v das Gasvolumen im zweiten Falle und h die als Differenz der beiden Ablesungen 1 und 2 des Standes der Quecksilbersäule im Rohre B sich ergebende Anzahl Millimeter, so ist (wenn der Querschnitt des Rohres B klein ist gegen den von C) dieses h offenbar die Druckzunahme, welche eintrat, indem wir das Gasvolumen V auf das Volumen v comprimierten, wobei dessen Druck dann auf die Grösse $(x+h)$ gewachsen sein muss. Dem Mariotte'schen Gesetz zufolge ergibt sich:

$$V \cdot x = v (x + h)$$

und daraus der gesuchte, im Recipienten herrschende Druck:

$$x = \frac{v}{V-v} \cdot h$$

oder unter der zulässigen Annahme, dass V sehr gross gegen v ist:

$$x = \frac{v}{V} \cdot h.$$

Angabe der mittelst der Geissler'schen, Toepler'schen und Sprengel'schen Luftpumpen erreichbaren Verdünnungen.

I. Geissler'sche Pumpe älterer Construction.¹⁾ Um die Verdünnungsgrenze für die Geissler'sche Quecksilberluftpumpe älterer Construction zu bestimmen, bei welcher der in bekannter Weise doppelt durchbohrte Hahn die Verbindung der Luftpumpenkugel abwechselnd mit dem Recipienten oder direct mit der Atmosphäre herzustellen gestattet, wurde das in Taf. III Fig. 7 mit H bezeichnete Rohr der

¹⁾ Wüllner, Exp.-Physik. 3. Aufl. 1. p. 405. 1874. Mousson. Physik. 3. Aufl. 1. p. 178. 1879.

im Vorstehenden beschriebenen Toepler'schen Luftpumpe mittelst einer Kundt'schen Glasfeder¹⁾ durch Anschmelzen an das Ansatzrohr der Geissler'schen Pumpe verbunden. Erstere bildete also gleichsam den Recipienten für letztere, mittelst dieser wurde evacuirt und die erreichte Verdünnung nach je 20—25 Kolbenzügen mittelst der also nur als Druckmessapparat gebrauchten Töpler'schen Pumpe gemessen. Das Evacuiren wurde so lange fortgesetzt, bis eine Abnahme des Druckes sich nicht mehr zeigte.

Das Maximum der erreichten Verdünnung ergab sich zu: 0,11 mm = 145 Milliontel Atmosphäre.

Der Grund, weshalb diese Pumpe nicht noch höhere Verdünnungsgrade zu erreichen erlaubt, beruht darin, dass sich das Quecksilber beim Hinaustreiben des Gasinhaltes der Luftpumpenkugel nicht vollkommen dicht an die Glaswandung anlegt, wobei sich die Wand des direct unter dem Hahn gelegenen Theiles der Kugel stets wieder mit einer Luftschicht von einer Atmosphäre Spannung bekleidet und ferner hauptsächlich darin, dass in eben diesem Raum einige kleine Luftbläschen sich unvermeidlich festsetzen, welche dann der im sogenannten schädlichen Raum der gewöhnlichen Pumpe zurückbleibenden Luftmenge entsprechend allem weiteren Evacuiren ein Ziel setzen.

II. Geissler'sche Pumpe neuerer Construction. Der letzterwähnte Uebelstand ist zunächst bei einer 1873 für das hiesige Institut gefertigten Pumpe und von da ab ziemlich allgemein dadurch beseitigt, dass oberhalb des Zweiweghahnes ein etwa 20 ccm grosses, durch einen besonderen Hahn verschliessbares Zwischenstück Z (siehe Taf. III Fig. 9) angebracht wurde. Bei dieser Einrichtung kommt die Kugel der Luftpumpe niemals direct mit der Atmosphäre in Verbindung und die mittelst dieser Art von Pumpen erreichbare Verdünnung ist eine ungleich höhere.

Analog wie zuvor wurde die Töpler'sche Luftpumpe als Recipient und Druckmessapparat benutzt und mit der Geissler'schen Pumpe evacuirt.

1) Kundt, Pogg. Ann. 155. p. 364 und 365. 1875.

Das Maximum der Verdünnung wurde gefunden = 0,0082 mm,
 nach weiteren 25 Kolbenzügen $x = 0,0085$ }
 25 0,0089 }
 25 0,0086 } Mittel 0,0085 mm,
 25 0,0084 }
 25 0,0084 }

Zahlen, welche zeigen, dass ein weiteres Pumpen zwecklos gewesen sein würde.

Es wurden nun die Pumpen, zunächst um das Dichtsein aller Hähne und Schliffstücke zu prüfen, in unveränderter Verbindung gelassen und dann mittelst der Töpler'schen Luftpumpe einigemal gepumpt, sodass jetzt die Geissler'sche Pumpe als Recipient diente.

Nach fünfmaligem Pumpen mittelst der Töpler'schen Pumpe sank der Druck auf 0,0075 mm, nach weiterem fünfmaligem Pumpen auf 0,0064 mm.

Man erkennt, dass die Verdünnung hier viel rascher zunimmt, was um so bemerkenswerther ist, als das Volumen der Geissler'schen Luftpumpenkugel fast 800 ccm, das der benutzten Töpler'schen Pumpe nur 474 ccm war.

III. Töpler'sche Pumpe (neue Form). Zur Bestimmung der Verdünnungsgrenze für die Töpler'sche Pumpe vorliegender Construction wurde das in Taf. III Fig. 7 mit *H* bezeichnete Rohr direct zugeschmolzen, nachdem durch das Röhrchen *L* Phosphorsäureanhydrid in die Trockenkugel eingefüllt und *L* darauf gleichfalls durch Zuschmelzen geschlossen war. Die Verdünnung lässt sich mit Leichtigkeit so weit treiben, dass eine nur noch fast unmerklich kleine Senkung der im Rohr *B* gehobenen Quecksilbersäule eintrat, wenn man das in der Pumpenkugel *K* enthaltene Gasvolumen *V* bis zur Marke *O*, d. h. bis auf ein gewisses Volumen *v* des Auslassrohres durch passendes Heben des Quecksilbergefässes *Q* zusammenschob. Diese Senkung musste daher mittelst eines mit einem Fadenmikrometer versehenen Mikroskops von langer Brennweite gemessen werden. Vor dem jedesmaligen Ablesen wurde die Quecksilbersäule durch leises Klopfen am Rohr *B* erschüttert, damit sich die Quecksilberkuppe frei einstelle. Ganz genau findet dies natürlich

nicht statt, aber die nachfolgenden, bei unabhängig von einander ausgeführten Messungen erhaltenen Zahlendaten geben ein Urtheil darüber, in wie weit dieses der Fall war und über die absolute Grösse der durch die Volumenverminderung herbeigeführten Druckvermehrung h . Gleichzeitig sind neben den zur Berechnung erforderlichen Beobachtungsdaten auch die sich daraus berechnenden Drucke p angegeben; die Zeichen V, v, h haben die auf p. 435 angegebene Bedeutung.

V	v	h	erreichte Verdünnung p
615,4 ccm ¹⁾	0,112 ccm	0,075	^{mm} 0,000 014 = $\frac{1}{31}$ Milliontel Atmosph.
" "	0,112 "	0,084	0,000 015 = $\frac{1}{30}$ " "
" "	0,104 "	0,054	0,000 009 = $\frac{1}{41}$ " "
" "	0,112 "	0,078	0,000 014 = $\frac{1}{31}$ " "
" "	0,112 "	0,044	0,000 008 = $\frac{1}{55}$ " "
" "	0,104 "	0,060	0,000 010 = $\frac{1}{46}$ " "

Im Mittel erreichte Verdünnungsgrenze = 0,000 012 mm entsprechend $\frac{1}{33}$ Milliontel Atmosphäre, während Herr Crookes mit der Sprengel-Gimingham'schen Pumpe die Verdünnung nur bis 0,000 046 mm = $\frac{1}{17}$ Milliontel Atmosphäre hat treiben können. Der Grund, weswegen die Sprengel'sche Pumpe nicht noch höhere Verdünnungen zu erreichen gestattete, ist schon eingangs dieser Arbeit angegeben. Einer Zeitungsnotiz²⁾ zufolge ist es jedoch Prof. Ogden N. Rood vom Columbia College in New-York gelungen, die Verdünnungsgrenze der Sprengel'schen Pumpe bis zu $\frac{1}{34}$, in einem Falle sogar bis zu $\frac{1}{110}$ Milliontel Atmosphären hinauszuschieben dadurch, dass er aus einem selbst evacuirten Gefässe das Quecksilber in das Fallrohr der Luftpumpe treten liess und hierdurch das Mitreissen von Luftbläschen unmöglich machte.

Zur Erreichung so hoher Verdünnungen ist Trockenheit sämmtlicher Theile der Pumpe dringend erforderlich, und man thut gut, die zu evacuierenden Röhren oder Gefässe während des Auspumpens womöglich 24 Stunden hindurch auf etwa 300° im Luftbade zu erhitzen, um dadurch die am Glase

1) Es war ein grösseres Exemplar als zu den vorigen Versuchen benutzt.

2) Rood, The New-York Times 19. Nov. 1880. p. 2. Sp. 3.

mit ausserordentlicher Hartnäckigkeit haftende Lufthaut loszulösen. Will man daher bei einem bestimmten Druck evacuirte Gefässe durch Abschmelzen schliessen, so hat man vorher die betreffende Stelle nahe bis zum Weichwerden des Glases zu erhitzen, und zwar so lange, bis eine Drucksteigerung infolge neuen Erhitzens nicht mehr eintritt. Noch vollkommener erreicht man das Loslösen der Lufthaut, wenn man während des Auspumpens electriche Entladungen durch die auszupumpenden Gefässe hindurchschickt. Die Electricität braucht die ponderablen Gastheilchen als Vehicel, um von der einen zur anderen Electrode überzugehen, die Folge davon ist, dass die auf der Glaswand haftende Luft infolge der electriche Entladungen allmählich losgelöst wird, was sich direct an der Zunahme des Druckes nachweisen lässt. Das in Fig. 7 Taf. III mit abgebildete Geissler'sche Rohr wurde bis auf 0,009 mm entleert, dann eine Zeit lang electriche Entladungen einer Influenzelectrisirmaschine hindurchgeschickt; das Gas leuchtete schwach, die Glaswand phosphorescirte stark. Als hierauf der Druck wieder in bekannter Weise gemessen wurde, fand er sich = 0,017 mm, war also fast auf das Doppelte seines vorherigen Betrages gestiegen. Es wurde nunmehr ein Theil der losgelösten Luft durch weiteres Auspumpen entfernt, bis der Druck wieder nahezu 0,009 mm war. Nachdem etwa fünf Minuten lang von neuem electriche Entladungen hindurchgeschickt waren, wurde der Druck = 0,013 mm gefunden. Dass diese Druck-erhöhung nicht durch Temperatursteigerung des Gasresiduums hervorgebracht sein konnte, geht einfach daraus hervor, dass das Volumen der von den electriche Funken durchströmten Geissler'schen Röhre etwa 300 cm, das der Pumpenkugel, Trockengefäss etc., mit welchen es in stehender Communication stand, über 500 cm war. Ob diese Luftmenge ursprünglich aus den Electroden oder von der Glaswand herrührte, liess sich von vornherein nicht angeben; dass sie aber nicht allein aus den metallischen Electroden stammte, geht daraus hervor, dass die Drucksteigerung auch bei einem nach Gassiot's¹⁾ Vorschlag hergestellten electrodenlosen Rohr auf-

1) Gassiot, Phil. Mag. 16. p. 308. 1858.

trat, auf welches aussen zwei Stanniolbelege aufgeklebt waren und das nur durch Inductionswirkung zum Leuchten gebracht wurde. Stellt man den Funkenstrom ab und überlässt das Rohr sich selbst, so stellt sich ganz allmählich (etwa nach sechs Stunden), wenn auch nicht genau, so doch näherungsweise der ursprüngliche Druck wieder her — ob durch Absorption der zuvor losgelösten Luft an den Electroden oder an der Glaswand, liess sich nicht entscheiden.

Von besonderem Interesse war es, zu prüfen, ob bei den höchsten, überhaupt erreichbaren Verdünnungen das Vacuum für electriche Entladungen wirklich vollkommen undurchlässig sei oder nicht. Bekanntlich lassen die Geissler'schen sogenannten absoluten Vacuumröhren, die nach Andrews' ¹⁾ Vorschlag zunächst mit Kohlensäure gefüllt, dann evacuirt und ihres letzten Gasinhalts durch Absorption mittelst Kalihydrats beraubt sind, zwischen ihren, bis auf 2 mm einander genäherten, drahtförmigen Electroden nicht mehr electriche Entladungen hindurch. Hiernach scheint das Gas bei so hohen Verdünnungen undurchlässig für electriche Entladungen zu sein. Indess ist dies durchaus **nicht** der Fall. Nimmt man an Stelle der drahtförmigen Electroden hinreichend grosse Metallbleche (das in Fig. 7 Taf. III dargestellte Rohr enthielt ausser den drahtförmigen noch zwei quadratische, aufgerollte Aluminiumbleche von 10 cm Seitenlänge), so findet bei Anwendung kräftiger, durch Leydener Flaschen verstärkter Funken einer ergiebigen Influenzelectricisirmaschine immer noch, auch bei den höchsten Verdünnungen, Electricitätsübergang im Innern des Rohres statt, was sich an einem ruckweisen, wenn auch schwachem Phosphoresciren der Glaswand kenntlich macht, während sich gleichzeitig die Electricität aussen am Rohr zwischen den Electroden in laut schallenden Funken entladet. In der Regel ist es nicht möglich, lange diesen Versuch anzustellen, da die Röhren fasst regelmässig von den Funken in der Nähe der einen oder anderen Electrode durchbohrt werden, was sich dann an der sofort veränderten Lichterscheinung bemerklich macht. Diese an sich höchst

1) Andrews, Phil. Mag. (4) 8. p. 104—108. 1852. — Pogg. Ann. 88. p. 309—314. 1853.

merkwürdige Erscheinung scheint so erklärt werden zu müssen, dass sich von den Electroden aus die Aussen- und Innenwand des Geissler'schen Rohres leydenenerflaschenartig ladet, bis die Spannungsdifferenz so hoch gewachsen ist, dass eine Durchbrechung der Wand erfolgt.

Alle oben erwähnten Gasdruckmessungen geben natürlich nicht den **wahren**, sondern nur den **Partialdruck** des verdünnten Gases an, da der von den Dämpfen des Quecksilbers der Pumpe ausgeübte Druck auf obige Weise nicht gemessen werden kann. Regnault¹⁾ gibt folgende Werthe für die Spannung e des Quecksilberdampfes an:

$$\begin{array}{ll} \text{bei } 0^{\circ} & e = 0,0200 \text{ mm} \\ \text{.. } 20^{\circ} & \text{..} = 0,0372 \text{ ..} \end{array}$$

Diese Zahlen sind zufolge vieler, von mir angestellter Controlversuche ein wenig zu gross; als Resultate der letzteren, die ich hoffe, in kurzem veröffentlichen zu können, ergab sich:

$$\begin{array}{ll} \text{bei } 0^{\circ} & e = 0,0148 \text{ mm} \\ \text{.. } 20^{\circ} & \text{..} = 0,0201 \text{ ..} \end{array}$$

Unterhalb dieses absoluten Druckes im Innern der zu evacuierenden Gefässe kann man nie kommen²⁾, denn bei Anwendung von Quecksilberluftpumpen hat man es offenbar stets mit Räumen zu thun, welche gesättigte Quecksilberdämpfe enthalten. Es ist erstaunlich, dass sich die electrischen Entladungserscheinungen beim Evacuiren so stark mit der zunehmenden Gasverdünnung ändern, obgleich der wahre Druck — der dann hauptsächlich durch die Tension der Quecksilberdämpfe repräsentirt wird — sich relativ kaum mehr ändert. Es scheint hiernach der Quecksilberdampf bei den electrischen Entladungen gar keine Rolle zu spielen, er scheint ein Isolator für Electricität zu sein, ähnlich wie Wassergas ein Isolator, flüssiges Wasser ein Leiter ist.

Dass wir es aber wirklich in allen mit der Quecksilber-

1) Regnault, Rel. d. Expér. 2. p. 520. 1862.

2) Vorausgesetzt, dass es nicht gelingt, in einem nur noch Quecksilberdämpfe enthaltenden, allseitig zugeschmolzenen Gefäss die Quecksilberdämpfe durch irgend ein chemisches Mittel, z. B. durch metallisches Gold, zu absorbiren

luftpumpe verbundenen Theilen mit Räumen zu thun haben, welche von Quecksilberdampf erfüllt sind, lässt sich mit Leichtigkeit nachweisen. Man braucht dazu eben nur irgend einen Theil der Wand der darauf zu prüfenden Räume längere Zeit hindurch auf niedriger Temperatur zu erhalten, um deutlich bemerkbare Kügelchen condensirten Quecksilbers zu erhalten.

Selbst wenn man — wie das Hr. Crookes¹⁾ gethan hat — die zu evacuierenden Räume bis zur Rothgluth während des Auspumpens erhitzt und alsdann schliesst, so ist bei Abkühlung des Apparates auf Zimmertemperatur der Partialdruck des Quecksilberdampfes immer noch nahezu 50mal²⁾ so gross, als der des verdünnten Gases, und darf offenbar bei den über radiometrische Bewegungen angestellten Betrachtungen und Berechnungen durchaus nicht vernachlässigt werden. Im Gegentheil sind die radiometrischen Bewegungen unbedingt auch von dem Druck des Quecksilberdampfes im Vacuum abhängig, wie folgende zwei Versuche zeigen.

1) Evacuirt man ein mit Luft gefülltes Radiometer, an welches unten ein etwa 15 cm langes Röhrchen angeschmolzen ist, bis nahe an die Grenze, bei welcher Hrn. Crookes' Versuchen zufolge das Maximum der Empfindlichkeit eintritt, sodass aber letztere noch nicht erreicht ist, lässt es dann unter Einwirkung einer Kerze rotiren und kühlt nun mittelst einer Kältemischung jenes erwähnte, unten angeschmolzene Rohr ab, so verringert sich dadurch der Druck im Innern des Apparates, indem die Quecksilberdämpfe die der Kältemischungstemperatur entsprechende niedrigere Tension annehmen, und infolge dieser Druckabnahme nimmt dann das Radiometer eine grössere Umdrehungsgeschwindigkeit an, die natürlich nicht bedeutend ist, aber doch mit Sicherheit gemessen werden kann. (Verhältniss der Umdrehungszahlen in einer Minute bei einem bis auf 0,0403 mm entleerten Apparat, wie 24:26, bei anderen Versuchen 41:44).

2) An einem ausserordentlich dünnen, etwa 30 cm langen Glasfaden wurde eine 30 mm breite, 70 mm lange

1) Crookes, Phil. Trans. 2. p. 547. 1875.

2) Zöllner, Das Scalenphotometer. p. 37. 1879.

Glimmerplatte befestigt, welche auf entsprechenden Hälften ihrer Vorder- und ihrer Rückseite berusst war, und welche ein mit ihr fest verbundenes rundes Spiegelchen σ trug. Das Ganze war eingeschlossen in eine in Fig. 10 Taf. III dargestellte weite Röhre, die, ähnlich wie das Radiometer bei dem vorigen Versuch, unten eine etwa 10 mm weite Abkühlröhre trug, während an das obere Ende des Apparates ein Rohr angesetzt war, welches letztere mit dem Rohr H (Taf. III Fig. 7) der Quecksilberluftpumpe durch Anschmelzen verbunden wurde. Nachdem durch Ueberstülpen eines cylindrischen, doppelten Metallmantels der Apparat vor aller Einwirkung von Strahlung geschützt war, wurde die Ruhelage der Glimmerplatte bestimmt und nun die Vorrichtung soweit als überhaupt möglich evacuirt. Selbst bei der äussersten, erreichten Verdünnung (0,000 01 mm) zeigte sich noch eine Drehung des Torsionsapparates, sobald der erwähnte Metallmantel fortgehoben und die Glimmerscheibe der Bestrahlung einer Lichtquelle ausgesetzt wurde. Diese Ausweichung wurde mittelst Fernrohrs und Scala beobachtet, sie wurde merklich kleiner, wenn man analog wie bei dem zuvor erwähnten Versuch das untere Ende des Apparates in eine Kältemischung eintauchte und dadurch die Tension der Quecksilberdämpfe verkleinerte. Um jegliche Wärmeleitung bei diesem wie bei dem vorigen Versuche auszuschliessen, war dabei der obere Theil der Abkühlröhre von einem Wassergefäss umgeben und der obere Theil des Apparates durch einen horizontalen, doppelten Metallschirm α vor Strahlung nach unten hin geschützt. Auch hier war ebenso wie bei dem zuvor beschriebenen Versuch das Volumen des abgekühlten Apparattheiles als verschwindend klein gegen den übrigen anzusehen, umsomehr als sowohl das Radiometer wie auch der Torsionsapparat während der Versuche in steter Communication mit der Luftpumpenkugel gelassen wurde.

Versuche über Diffundirbarkeit von Wasserstoff durch Glas.

Es ist oben erwähnt worden, dass die am Glase haftende Lufthaut durch fortgesetztes Evacuiren nur ausser-

ordentlich langsam fortgeschafft wird. Man beobachtet stets, (wenn auch alle Theile der Pumpe völlig dicht sind) ein kleines Anwachsen des Druckes, wenn man die evacuirten Apparate eine Zeit lang stehen lässt. Diese Erscheinung gab zu dem Verdachte Anlass, ob etwa durch das Glas selbst hindurch Diffusion von Gas eingetreten wäre, falls nicht durch den zwischen Glas und Quecksilber bleibenden Zwischenraum Luft durchsickert. Indess ist dies, so weit sich das aus den sogleich zu beschreibenden Versuchen absehen lässt, nicht der Fall. Directe Druckmessungen konnten natürlich über diese Frage nicht Aufschluss geben, noch viel weniger Wägungsversuche — wie die von Hrn. Quincke¹⁾ angestellten, der durch eventuell eintretende Gewichtsabnahme einer mit Wasserstoff und einer mit Kohlensäure unter hohem Druck (25 bis 126 Atmosphären) gefüllten Glasröhre das Austreten der Gase durch Diffusion durch die Glaswand hindurch nachzuweisen suchte. Selbst die empfindlichste Wage wird für diese Prüfung relativ ein noch sehr unempfindliches Instrument sein. Der einzige, mir Erfolg versprechende Versuch schien mir der zu sein, spectralanalytisch den Nachweis zu führen. Zu dem Zweck wurde die in Taf. III Fig. 11 dargestellte Röhrencombination an die Luftpumpe angesetzt. Nr. I ist eine mit Aluminiumelectroden versehene Spectralröhre, während in die Röhren II und III keine Electroden eingeschmolzen sind, an die Röhre III ist eine etwas concentrirte Schwefelsäure enthaltende Trockenkugel angesetzt. Die Röhrrchen β , γ , δ , ϵ , welche die drei Spectralröhren untereinander und mit dem zur Pumpe führenden Rohre verbinden, sind zu dickwandigen Capillaren ausgezogen, um sie späterhin leicht abschmelzen zu können. Der mit atmosphärischer Luft gefüllte Apparat wurde evacuiert bis zu einem Druck von etwa 0,11 mm²⁾, darauf bei β von der Pumpe abgeschmolzen und nun fünf Monate hängen gelassen, in der Zwischenzeit täglich mehrmals geneigt, damit

1) Quincke, Pogg. Ann. 160. p. 118. 1877.

2) Maximum der Leitungsfähigkeit der verdünnten Luft, dem entsprechend Maximum des Leuchtens, siehe Morren, Compt. rend. 54. p. 735—737. 1862.

die Schwefelsäure frisch die Wände der Trockenkugel benetzte und allmählich jede Spur von Wasser aus den anderen drei Röhren absorbirte. Nach dieser Zeit wurde das Rohr zunächst bei ϵ , dann bei γ und δ abgeschmolzen. So waren drei voneinander getrennte, mit Luft gleicher Dichte und gleicher Zusammensetzung gefüllte Spectralröhren erhalten, von denen Rohr II und III zur spectralanalytischen Untersuchung mit aufgewickelten Stanniolbelegungen versehen wurden. Die spectralanalytische Prüfung ergab, dass keine der Röhren auch nur eine Spur von Wasserstoff enthielt. Nunmehr wurden die Röhren I und II in eine weitere Röhre eingebettet, welche nachträglich beiderseits eng angezogen, dann mit Wasserstoffgas gefüllt und nun zugeschmolzen ward. Jede dieser beiden Spectralröhren befand sich also umgeben von einer Wasserstoffatmosphäre, und wenn Diffusion des letzteren eintrat, so mussten die Röhren I und II, spectralanalytisch untersucht, ein anderes Spectrum zeigen als die nur als Vergleichsröhre benutzte, in einem mit trockener atmosphärischer Luft gefüllten Gefässe aufbewahrte Röhre Nr. III. Indess hat sich auch nach Ablauf von nunmehr fast einem Jahre in keiner von beiden Röhren eine solche Veränderung bisher nachweisen lassen, während doch bekanntlich der spectralanalytische Nachweis von Wasserstoff ein ausserordentlich scharfer ist. Zu bemerken ist noch, dass die weiteren Abtheilungen der Spectralröhren aus dünnwandigsten Reagensgläsern gefertigt waren.

Physikal. Inst. d. Univ. zu Berlin, Dec. 1880.

IX. Untersuchungen über die Höhe der Atmosphäre und die Constitution gasförmiger Weltkörper; von A. Ritter in Aachen.

Zehnte Abtheilung.

§ 37. Maximalgeschwindigkeiten im interstellaren Raume.

Für die Endgeschwindigkeit u_1 , mit welcher in einem von der Oberfläche bis zum Mittelpunkte der Erde reichen-