

SITZUNG VOM 27. MÄRZ 1856.

Eingesendete Abhandlungen.

Über Kohlensäure-Bestimmungen der atmosphärischen Luft.

Von Prof. Dr. H. Hlasiwetz in Innsbruck.

(Mit 1 Tafel.)

I.

Die Veranlassung zu Versuchen über den Kohlensäuregehalt der Luft gaben mir die eigenthümlichen klimatischen Verhältnisse meines jetzigen Wohnortes.

Diese werden vornehmlich dadurch bedingt, dass die Gegend von Innsbruck vermöge ihrer Thalbildung den heftigsten Südwinden preisgegeben ist.

Es ist derselbe Windstrom, der als Sirocco Italien durchzieht, sich von da nach Tirol und Steiermark erstreckt, und eine Reihe physiologischer Erscheinungen bedingt, für die eine Erklärung bis jetzt eigentlich noch nicht gefunden ist. Den Affectionen des Nervensystems, die sich in verschiedenen Formen äussern, kann sich auf die Dauer Niemand entziehen, und darum schien es mir interessant zu erfahren, wie hoch unter diesen Verhältnissen die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre sich belaufen, denn wenn man auch vermuthen muss, dass diese Erscheinungen durch mehr als Eine Ursache, Differenzen des Luftdruckes, der atmosphärischen Elektricität, Temperatur und Feuchtigkeits-Einflüsse u. s. w. hervorgerufen sind, so kann doch ohne Versuche nicht darüber abgetheilt werden, ob in einem vermehrten Kohlensäuregehalt nicht auch ein Grund mehr dafür mitgegeben ist, zumal schon Angaben über eine solche Vermehrung während eines herrschenden Windes vorliegen. (Saussure.)

Versuche in dieser Richtung beschäftigen mich nun schon seit geraumer Zeit, allein ich bin demungeachtet noch nicht in der Lage, die Frage, die ich mir stellte, zu beantworten. Statt dessen aber habe ich viele Erfahrungen über die Schwierigkeiten solcher Untersuchungen, und über die Unzulänglichkeit der, nach Saussure üblichsten Brunner'schen Methode gesammelt, die es nothwendig machen, will man nicht zu dem mühevollen und umständlichen Verfahren Saussure's zurückgreifen, ein neues auszumitteln, das mit möglichster Vermeidung der früheren Fehlerquellen, Einfachheit und Schnelligkeit des Arbeitens gestattet. Ich werde zum Schlusse Andeutungen über ein solches geben; leider aber bin ich genöthigt, diese sehr zeitraubenden Versuche anderen Berufsgeschäften nachzusetzen, und werde meine eigentliche Aufgabe vielleicht erst später lösen können.

Wenn ich mir dennoch erlaube dieses Fragment jetzt schon mitzutheilen, so geschieht es nur, weil es vielleicht einige Erklärungen für manche widersprechende Angaben dieser Art geben kann, und weil möglicher Weise meine Erfahrungen Anderen zu Gute kommen können, die sich inzwischen mit diesem Gegenstande, der gewiss periodisch immer wieder aufgenommen zu werden verdient, befassen wollen.

Man hat, um die Kohlensäure der atmosphärischen Luft zu bestimmen, kaum eine andere Wahl, als nach Saussure oder Brunner vorzugehen. Die Saussure'sche Methode ¹⁾ besteht bekanntlich darin, dass man einen Ballon von circa 20 Liter luftleer pumpt, dann die zu untersuchende Luft eintreten lässt, Barytwasser hinzubringt, und nun entweder stundenlang schüttelt, oder unter öfterem Schwanken durch mehrere Tage stehen lässt. Der kohlensaure Baryt wird gesammelt, der an den Wänden haftende mit Salzsäure losgelöst, und nachdem auch der erste in Salzsäure gelöst ist, die vereinigten Flüssigkeiten mit schwefelsaurem Natron gefällt.

Der entstandene schwefelsaure Baryt gibt durch Rechnung die Kohlensäure. Natürlich dürfen Beobachtungen und Correctionen über Temperatur und Luftdruck nicht fehlen.

¹⁾ Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff, B. 19, S. 400.

Die überaus zahlreichen Versuche, die nach diesem Verfahren Saussure veröffentlicht hat, sind so übereinstimmend wie nicht viele, die seitdem gemacht worden sind, und zeugen zum mindesten für dessen Verlässlichkeit. Als zwei Jahre darauf aber Brunner seine Methode beschrieb, mittelst des Aspirators Luft durch eine Anzahl Röhren zu leiten, die Absorptionsmittel für Wasser und Kohlensäure enthalten, hat man sich ziemlich allgemein dieser letzteren zugewendet.

In der That kann ich nach Saussure keine Angabe finden, die noch nach dessen Verfahren erlangt worden wäre, einem Verfahren, dessen viele unserer besten und ausführlichsten Lehrbücher (Rose, Fresenius, Otto, Schrötter, Regnault, u. A.) gar nicht mehr Erwähnung thun, und damit ihr Urtheil über die Umständlichkeit und Unbequemlichkeit desselben, gegenüber dem Brunner'schen, das allein aufgeführt wird, stillschweigend abgeben. Und man muss gestehen, dass eine Analyse, die das Auspumpen von etwa 20 Liter Luft, ein stundenlanges Schütteln, oder eine vieltägige Absorption, die ziemlich unangenehme Filtration einer Flüssigkeit wie Barytwasser, das Sammeln der letzten Reste, Füllen, Auswaschen, Glühen etc. bedingt, mindestens sehr mühsam sein muss, zu geschweigen des kostspieligen Apparates den sie erheischt ¹⁾.

Konnte man sie daher gegen eine leichter zu handhabende vertauschen, so war das ein wahrer Gewinn bei Versuchen, die einzeln nicht viel Werth haben, und immer in ziemlicher Anzahl ausgeführt sein wollen.

Da von vornherein das Verfahren Brunner's ganz zweckmässig erscheint, so begann auch ich meine Versuche nach demselben, und hielt mich an die Vorschriften der genannten Werke, denen zufolge man etwa 25.000 CC. Luft, 1. durch Röhren mit Schwefelsäure, auf Bimsstein getropft, dann durch 2 eben solche mit Kalilauge, 3. wieder durch 2 Schwefelsäure-Röhren streichen lässt, davon die letzten beiden dazu dienen, die abdunstende Feuchtigkeit aus den Kaliröhren zurückzuhalten, und zu verhindern, dass nicht solche an dem Aspirator das Resultat störe.

¹⁾ Man muss wenigstens vier solche, mit sehr sorgfältig gearbeiteten Fassungen versehene Ballons haben.

Man notirt Temperatur und Barometerstand. Die Gewichtszunahme der Kaliröhren, mehr der hinter denselben befindlichen Schwefelsäureröhre ist der Betrag an Kohlensäure, der nachträglich corrigirt werden muss.

Ich konnte zu den Wägungen ein sehr empfindliches Instrument benützen, und habe es nie an Vorsichtsmassregeln und der grössten Sorgfalt fehlen lassen. Die untersuchte Luft war etwa 4 Fuss über dem Boden des an das Laboratorium stossenden Gartens genommen worden; das zur Analyse verwendete Volum betrug selten weniger als 30.000 CC. Der Aspirator war von Blech, mit Messingfassungen versehen, die auf Leder mittelst eines Schlüssels luftdicht aufgeschraubt wurden.

(Korkverschlüsse zeigten sich oft mangelhaft, und sind, da sie oft erneuert werden müssen, sehr lästig.) Ferner war der Aspirator mit einem Thermometer und einem kleinen Manometer versehen, um an dem letzteren beobachten zu können, wie sich der Druck in demselben ändert, wenn die Luft eine Flüssigkeitsschichte durchbrechen muss. War das der Fall, wie er öfters absichtlich herbeigeführt wurde, so wurde der Stand des Manometers von dem herrschenden Barometerstande abgezogen.

Das Wasser wurde in sorgfältig kalibrirten Flaschen aufgefangen, und floss in einem, etwa 1 Millim. dicken Strahle aus.

Die angewandte Kalilauge hatte das sp. Gew. 1.4, die Schwefelsäure war undestillirte englische, von der die ersten, wasserhaltigen Portionen entfernt worden waren. Der Verband der einzelnen Theile geschah mit vulcanisirtem Kautschuk, und vor dem Versuch wurde der Apparat auf seinen Verschluss geprüft. Nach dreimaligem Gebrauch der Röhren wurde eine neue Füllung angewendet.

Die Resultate, die ich mit diesem Apparat erhielt, waren bei aller Genauigkeit der einzelnen Operationen sehr unbefriedigend.

Nicht nur stimmten die einzelnen Angaben schlecht unter einander, sondern sie waren auch oft viel höher, als Saussure den Kohlensäuregehalt der Luft gefunden hatte, dann aber kam es auch vor, dass die Absorptionsröhren, statt an Gewicht zuzunehmen, geradezu einen Verlust zeigten.

Die Fehlerquellen, die ich vermuthen musste, suchte ich nun mehrfach durch betreffende Abänderungen zu beseitigen, allein das vollständig zu thun, ist der Natur der Methode nach unmöglich.

Weiter unten lege ich die Zahlen, die ich erhielt, mit den das Verfahren betreffenden Bemerkungen bei.

Hier aber hebe ich im Allgemeinen die Hauptfehlerquellen der Methode hervor, die darin bestehen:

1. dass die Schwefelsäure der Trocken-Apparate Kohlensäure absorbirt,
2. dass die Kalilauge, die die Kohlensäure aufzunehmen bestimmt ist, auch Sauerstoff absorbirt,
3. dass die Menge der zu ermittelnden Kohlensäure viel zu gering ist, um die Wägungen so vieler Glasgefässe, die zusammen eine Oberfläche von etwa 7 □ Decimeter haben mögen, sicher erscheinen zu lassen.

Diese Mängel sind einzeln schon bekannte Thatfachen, oder lassen sich leicht thatsächlich erweisen. Die Fähigkeit der Schwefelsäure, Kohlensäure zu absorbiren, ist so gross, dass bei mehreren directen Versuchen an trockenem Kohlensäuregas in mit Quecksilber gesperrten kalibrierten Röhren, von Schwefelsäure 7—10% aufgenommen wurden. Ähnliche Resultate wurden mit Kohlensäure erhalten, die durch viel Luft verdünnt war ¹⁾.

Desshalb nützten auch natürlich vervielfachte Trocken-Apparate dieser Art, wie ich sie mehrmals anwandte, so lange ich glaubte der grosse gefundene Gehalt rühre noch zum Theil von Feuchtigkeit, nicht nur nichts, sondern machen das Resultat nur noch ungewisser.

Das nächste musste natürlich sein, die Trocknung mit Chlorcalcium zu versuchen ²⁾. Ohne Zweifel wird die Luft dann trocken, und mit ihrem ganzen Kohlensäuregehalt beim Kali anlangen. Allein aus dem zweiten und dritten angeführten Grunde wurden die Angaben doch nicht verlässlicher. Es kommt dann auch noch ein anderes Verhältniss hinzu, was vielleicht kleine Störungen veranlassen kann. Wenn man Luft durch mit Chlorealcium gefüllte Röhren von etwa 10 Fuss Länge streichen lässt, und sie aus diesen Röhren in mit Silbersolution versetztes Wasser leitet, so findet man nach einiger

¹⁾ Rogers hat, wie ich aus einer Bemerkung Andrews bei Gelegenheit der Beschreibung eines Aspirators (Annal. Bd. 83, S. 267) ersehe, hierüber schon Beobachtungen veröffentlicht. Das betreffende Journal (Chemical gazette) stand mir aber nicht zu Gebote.

²⁾ Durch die Chlorcalciumröhren wurde zuerst mehrere Stunden lang Kohlensäure, dann wieder Luft geleitet.

Zeit das Wasser deutlich getrübt. Wenn man an diese lange Chlorcalciumröhre eine kürzere, zuvor genau gewogene, befestigt, und sie nach mehreren Stunden Luftdurchganges wieder wiegt, so wird man sie häufig etwas leichter finden als zuvor.

Diese sonderbaren Erscheinungen werden sich wohl nur durch den in der Luft enthaltenen ozonirten Sauerstoff erklären lassen, von dem man weiss, dass er Chlor und Jod aus den Haloidsalzen deplacirt. Da sein Äquivalent kleiner ist als das des Chlors, so wird die Gewichtsabnahme einer Chlorcalciumröhre begreiflich; er wirkt eben auf Chlorcalcium gerade so wie auf die ozonometrischen Papiere (an geschmolzenem Chlorcalcium sieht man auch einen weissen pulverigen Anflug entstehen). Die Stärke der Trübung einer Silber-solution steht auch im Verhältniss mit den stärkeren oder schwächeren Anzeigen solcher Papiere, richtet sich überhaupt nach den herrschenden Witterungs-Verhältnissen.

Was die Absorption von Sauerstoff durch Kalilauge betrifft, so ist diese schon vor vielen Jahren von H. Rose bemerkt und mitgetheilt worden ¹⁾.

Sie ist gross genug, um in kalibrierten Röhren messbar zu sein, und sie lässt sich noch auf eine andere Weise ersichtlich machen, die ich später anführen werde.

Wie schwierig und ziemlich zufällig es endlich ist, bei wiederholten Wägungen von Glasgefässen mit grösserer Oberfläche auf Milligramme genau dasselbe Gewicht zu erhalten, wird Jeder schon erfahren haben, der ähnliche Versuche öfters angestellt hat. Bestimmungen sogar, die bei weitem nicht diese Schärfe verlangen, können dadurch mit erheblichen Fehlern behaftet werden. Diesen Übelstand hebt neuerdings Mohr bei Gelegenheit der alkalimetrischen Prüfungen nach Fresenius und Will, Geisler, Fritsche u. A. nachdrücklich hervor ²⁾. „Alle diese Apparate,“ heisst es bei Mohr, „haben den gemeinschaftlichen, nicht zu beseitigenden Nachtheil, „dass sie grosse äussere Glasflächen haben, deren hygroskopischer „Zustand gar nicht mit Sicherheit in Anschlag gebracht werden kann.“ Hierauf theilt er eine Anzahl Beispiele mit, wo die einzelnen

¹⁾ Ich finde derselben im Handwörterbuch d. Ch., Artikel Atmosphäre, Bd. 1, S. 563 erwähnt; die Originalmittheilung konnte ich nicht einsehen.

²⁾ Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrimethode, S. 124.

Wägungen um 5, 19 bis 32 Milligramme differiren, wo er Schwankungen um $\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ % erhielt.

„Jede kleinste Temperatur-Veränderung, Reiben mit Tüchern, Handhaben, ändert das Gewicht um 5 — 10 Milligramme.“

— „Der hygroskopische Fehler der Gefässe steigt mit der Grösse ihrer Flächen.“ —

Man wird, glaube ich, angesichts dieser Thatsachen zugeben müssen, dass es nicht möglich ist, genaue Bestimmungen nach einem Verfahren zu machen, was von so erheblichen Mängeln begleitet ist. Es ist jedoch zu bemerken, dass Brunner selbst seine Methode nicht ganz so beschreibt, wie die genannten Lehrbücher ¹⁾. Abgesehen von der Form seiner Absorptionsröhren ist sein absorbirendes Mittel Kalk; das Trocknen bewirkt er auch mit Schwefelsäure die durch Asbest vertheilt wird. Vielleicht fällt bei Kalk die Sauerstoff-Absorption weg. Ich dachte daher, wenn man der Schwefelsäure noch Chlorealcium substituirte, bessere Resultate erwarten zu können; allein sie waren, wahrscheinlich weil die dritte Fehlerquelle nicht umgangen werden konnte, auch nicht übereinstimmend.

Brunner selbst hat seiner Methode (l. c.) keine damit erlangten Zahlen beigegeben, sondern er begnügt sich, zu sagen, dass die Kohlensäure wirklich zurückgehalten wurde, indem Barytwasser, hinter der Kalkröhre eingeschaltet, nicht getrübt wurde, und dass seine Resultate zwischen dem Maximum und Minimum der, von Saussure erhaltenen, lagen.

Die seitdem veröffentlichten Bestimmungen dieser Art von Lewy, Mène und Schlagintweit kenne ich nur im Auszuge. Es ist mir unbekannt, welches Verfahren Lewy befolgte.

Schlagintweit arbeitete mit dem Aspirator und 3 Kaliröhren und fand in grossen Höhen 7·9 — 9·5 in 10.000 Vol. ²⁾.

Nach Lewy schwankt der Gehalt in Santa Fé de Bogota von März bis September zwischen 3 und 47 ³⁾. (Dieser hohe Gehalt ist durch vulcanische Exhalationen erklärt.)

Mène ⁴⁾ fand (wie es scheint nach Brunner's Methode) anfangs gar 60 in 10.000 Vol., was er der mangelhaften Trocknung

¹⁾ Pogg. Annual. Bd. 24, S. 573.

²⁾ Jahresbericht 1852, S. 356.

³⁾ Jahresbericht 1850, S. 289.

⁴⁾ Jahresbericht 1851, S. 329.

durch Schwefelsäure zuschreibt; später als er den Wassergehalt ganz unberücksichtigt liess, und die Kohlensäure nicht durch Wägung, sondern durch Titiren bestimmte, 1 — 4.

Ich gebe nun in der folgenden Tabelle meine Resultate. Sie sind schwankend genug, um auf die Unverlässlichkeit der Methode schliessen zu lassen, sie müssen, wie ich sagte, fehlerhaft sein und können durchaus nicht als der wahre Ausdruck des Kohlensäure-Gehaltes der Atmosphäre gelten.

1855	Baromet- terstand in Millim.	Temperatur nach C.	Angewand- tes Luft- volumen CC.	Gefundene Kohlen- säure in Grammen	Corrigir- tes Volu- men in 10.000	Apparat
Mai	717.3	17	32426	0.0148	2.7	2 Schwefelsäureröhren zum Trocknen, 2 Kaliröhren zum Absorbiren, dahinter 2 Schwefelsäure-Röhren. (Vorschrift der meisten Lehrbücher.)
"	706.0	16	"	0.0165	3.0	
"	703.8	15	"	0.0238	4.3	
"	708.3	17	"	0.0314	5.7	
"	712.8	17	"	0.0155	2.8	
"	712.8	17	35200	0.0231	3.8	
Juni	710.6	23	32426	0.0219	3.9	Trocknung mit Schwefelsäure, die sich in Liebig'schen Kugelapparaten befand; dahinter eine Chlorecalcium- röhre; die absorbirende Lauge in 2 Kugelapparaten. (Der Manometerstand vom Barometer abgezogen.) Trocknung d. ein 1½ Meter langes Chlorecalciumrohr; 2 Kaliröhren zur Absorp- tion; dahinter eine Schwe- felsäureröhre. Am Aspirator ein Chlorecalciumrohr. Trocknung wie vorhin; da- hinter 2 Kugelapparate zum Absorbiren der Kohl- ensäure, dann 2 Schwefel- säureröhren. (Der Mano- meterstand in Rechnung gebracht.) Zum Trocknen 19 Fuss lange Chlorecalciumröhre, 3 Kali- röhren, dahinter geschmol- zenes Chlorecalcium.
"	708.3	23	"	0.0190	3.5	
"	708.3	23	"	-0.0013	—	
"	696	20	27969	0.0189	4.1	
"	713.6	20	"	0.0304	6.4	
Juli	704.3	21	"	0.0080	1.8	
"	710.6	18	32426	0.0406	7.3	
"	710.6	18	"	0.0277	5.0	
"	709.3	18	24123	0.0169	4.1	
"	701.1	20	35200	0.0346	5.6	
"	701.1	19	29541	0.0214	4.3	
"	695.5	21	27969	0.0252	5.0	
"	695.0	21	"	0.0252	5.5	
"	695.5	19	"	0.0210	4.6	
Nov.	715	15	30000	0.0060	6.6	
"	708.3	14	"	0.0289	5.2	
"	703.8	14	"	0.0261	4.7	
"	715.1	13	"	0.0190	3.4	
"	715	13	"	0.0097	1.7	
"	710.6	12	"	-0.0001	—	
"	710.6	13	"	-0.0084	—	

Gleichzeitige Versuche mit zwei Apparaten (Trocknung mit CaCl, 2 Schwefelsäure, 2 Kaliröhren).

1856	I.					II.		
	Barometer	Temperatur	Volumen der Luft	CO ₂ in Grm.	Vol. in 10.000	Volumen der Luft	CO ₂ in Grm.	Vol. in 10.000
Jänner	712·8	9	30000	—0·0001	—	28768	0·0320	6·2
"	712·8	12	"	0·0215	3·5	30450	0·0105	1·9
"	712·8	12	"	—0·0039	—	"	0·0570	10·5
"	710·6	12	"	—0·0010	—	"	0·0310	5·8
"	699·9	11	"	0·0181	3·4	"	0·0090	—
"	693·0	13	"	0·0131	2·4	"	0·0180	3·3
"	695·2	13	"	—0·0070	—	"	0·0140	2·6
"	693·0	12	"	0·0069	1·4	"	0·0100	1·8
"	715·1	13	"	0·0176	3·4	"	0·0200	3·9
"	715·1	13	"	0·0180	3·4	"	0·0150	2·9
"	710·5	13	"	—0·0014	—	"	0·0160	3·1
Februar	715	13	"	—0·0093	—	Trockn. durch Chlorcalcium, statt Kalilauge 2 Röhren mit Kalkhydrat.		
"	715	14	"	—0·0085	—			
"	715	14	"	0·0012	0·23			
"	719·6	11	"	0·0454	8·3			
"	719·6	11	"	0·0303	5·5			

Man sieht, diese Angaben bewegen sich nicht nur in viel weiteren Grenzen, als die muthmassliche Gleichförmigkeit der Atmosphäre gestattet, sondern unter diesen 56 Versuchen ergaben sogar 11 einen Gewichtsverlust statt einer Zunahme der Absorptions-Apparate! (Ich habe desshalb auch die Notirung der herrschenden Witterungs-Verhältnisse ganz unterlassen. Im Mai und Juni wurde während des Südwindes, später aber meistens bei normalem Wetter experimentirt.) Ich brauche diese Resultate nicht weiter zu commentiren. Wenn Mohr bei einem kleinen Kolben-Apparat schon Gewichts-differenzen von 32 Milligrammen wahrnahm, wo nur die eine Fehlerquelle der Hygroskopicität in Betracht kam, um wie viel leichter werden sich hier solche Differenzen erklären lassen, wo deren meistens 2 bis 3 zusammen wirken, wo sich die Glasfläche wohl verdreifacht, und wo, wenn der Kohlensäuregehalt der Luft 3—6 in 10.000 Vol. beträgt, man es überhaupt nur mit Gewichtszunahmen von 20—30 Milligrammen zu thun hat.

„Was nützt nun,“ wirft Mohr (l. c.) ein, „die Anwendung empfindlicher Wagen, die $\frac{1}{2}$ Milligramm anzeigen, wenn man um solche Grössen durch die blosse Anwendung von Gefässen unsicher bleibt“ — und er schliesst mit den Worten, die sich auf

das, in Rede stehende Verfahren eben so gut anwenden lassen: „Aus „allem ersieht man, dass die Gewichtsbestimmung der Kohlen- „säure nicht zu genauen, übereinstimmenden und sicheren Resultaten „führt, und dass man desshalb zur Aufsuchung einer, im Princip „verschiedenen Methode wohl berechtigt ist.“

II.

Wollte ich nun meinen Zweck weiter verfolgen, so blieb nur übrig, zu dem Verfahren von Saussure zurückzukehren, oder ein neues auszumitteln. Dass ich mich zu dem erstern nicht entschloss, wird man hoffentlich entschuldigen, denn wenn es auch genauer ist, so ist es doch so umständlich und zeitraubend, dass ich lieber versuchen wollte, ob sich für solche Bestimmungen nicht ein anderer Weg einschlagen lasse, bei dem die vielen mühsamen Operationen wegfallen. Vor Allem müsste man die Wage ganz umgehen können, und eine Messung dafür setzen. Dann müsste es leicht zu handhaben sein, und wo möglich mit verhältnissmässig kleineren Luftmengen zu arbeiten erlauben.

Bestimmungen nach Art eudiometrischer Messungen in kalibrierten Röhren, oder Ballons mit kalibrierten Hälsen schliessen bei der Kleinheit des Kohlensäurequantums noch so viele Fehlerquellen ein, dass man mit ihnen brauchbare Resultate nicht erzielen kann, und man hat seit den ersten Versuchen dieser Art von Fourcroy und v. Humboldt keine solche mehr gemacht.

Das Verfahren, welches ich jetzt beschreiben will, schien theoretisch genommen ganz fehlerfrei, und sehr geeignet, ganz genaue Angaben zu ermöglichen. Allein es hat sich leider nicht so bewährt, wie ich es wünschte, wenn gleich aus einem Grunde, der von vornherein nicht leicht veranschlagt werden konnte, und es muss noch Abänderungen erfahren. Seiner Wesenheit nach aber wird es, denke ich beibehalten werden können, ja es ist vielleicht noch mancher andern erweiterten Anwendung fähig, und darum möge man seine Mittheilung gestatten. —

Ihrer Natur nach ist diese Methode eine manometrische. Wenn man ein mit Luft gefülltes Gefäss mit einem engen horizontalen Glasrohr luftdicht verbindet, an dessen Ende sich ein leicht beweglicher Index befindet, und eine Vorkehrung trifft, dass, nachdem sich dieser eingestellt hat, ein Absorptionsmittel für Kohlensäure in das Gefäss

eingbracht werden kann, so wird sich, weil durch das letztere als Volumen der Luft vermindert wird, der Index gegen das Gefäss zu um einen entsprechenden Betrag bewegen, der sich an einer Scala messen lässt, wenn das Rohr von passender Weite, und sein Rauminhalt, sowie der des Gefässes genau gekannt ist. Macht man dann den Apparat nur von Temperatur und Druckeinflüssen unabhängig, so kann er seinem Zwecke genügen. — Nach vielfachen Versuchen hatte sich mir folgende einfache Vorkehrung am besten empfohlen.

A und *B* (Fig. 1) sind zwei Flaschen von starken Wandungen, die mit Messingfassungen und aufzuschraubenden Hähnen, die in ein messingenes Schenkelrohr auslaufen, versehen sind. *A* will ich das Absorptions-, *B* das Compensationsgefäss nennen. Sie hatten bei meinen Versuchen einen Rauminhalt von circa 1350 CC. Sie werden bis an das Ende der Röhren *b b* sehr sorgfältig auskalibriert. (Man trifft die Einrichtung so, dass, weil man selten Gefässe von ganz gleichem Inhalte zur Hand haben wird, *B* das grössere sei, und gleicht die Differenz der beiden Volumina, die einige CC. betragen mag, mit abgeschmolzenen kleinen Glasstäbchen aus, die in *B* während des Versuches liegen bleiben.) Diese beiden Gefässe sind durch die Kautschukschläuche *aa'* mit *C* verbunden, in welchem sich ein etwa 2 Zoll langer Weingeistindex befindet. Dieses Rohr ist an beiden Enden mit Korken in ein weiteres Glasrohr festgemacht, und dieses endlich ruht auf einem Brettchen, welches mit einer Stellschraube wagrecht zu stellen geht. *A* und *B* stehen in einer geräumigen Wanne bis zu den punktirten Linien unter Wasser. Um sie darin festzuhalten, sind sie durch die mit Tuch umwundenen Bleiringe *dd* beschwert.

Der Rauminhalt der Verbindungsrohren *aa'* muss bekannt sein; ebenso, und zwar aufs Genaueste, der der Röhre *C*. ¹⁾ Nach dem Gehalte dieser Röhre wurde auf ein prismatisches Lineal *D* eine Scala

¹⁾ Er wurde so ermittelt, dass dieselbe mit Quecksilber gefüllt, und dann ihr Inhalt in eine sehr genaue Messröhre laufen gelassen wurde. Die Menge des Quecksilbers wurde dann notirt, und so etwa 8 bis 10 Mal die Menge, die das Rohr fasste, hinzugebracht. Aus der Summe dieser Beträge, die sehr genau zusammenstimmten, wurde das Mittel genommen. Um die Kautschukröhren zu kalibrieren, wurde mit einem 4 Zoll langen Stücke derselben eben so verfahren. Nachdem der Inhalt der Stücke bekannt war, wurde der ganze Schlauch mit einem Massstabe genau gemessen, und durch Rechnung erfahren, wie viel er fasst.

aufgetragen, welche man hinter der Röhre beliebig einstellen, und so den Stand des Index ablesen konnte.

Das $\frac{1}{100}$ CC. hatte noch eine Länge von 3 Millim., das Lumen der Röhre betrug 1.5 Millim., ihre Länge 9 Decimeter; sie fasste etwa 2.2 CC.

Das Gefäss *A* nun ist bestimmt, die zu untersuchende Luft aufzunehmen, und sie darin mit dem Absorptionsmittel für Kohlensäure zusammenzubringen; es muss also das Verhältniss ermittelt sein, zwischen dem Raume, welcher dem Intervalle zweier Theilstriehe des Rohres *C* entspricht, zu dem Gesamtvolumen des Apparates.

Das Gefäss *B* dient nur zur Elimination der Temperatur, und es ist klar, dass die Luft in diesem Compensations-Gefäss verändernden Einflüssen nicht ausgesetzt werden darf, damit der ganze Apparat als ein Differential-Manometer bezüglich der in *A* erzielten Absorption wirke; zu diesem Ende steht er unter Wasser.

Die Glashülle des Indexrohres soll solche Einflüsse gleichfalls möglichst hintanhaltend, die Kautschukschläuche endlich sind hinreichend schlechte Wärmeleiter. — Die Ausführung des Versuches geschah nun in folgender Weise:

In die beiden Flaschen *A* und *B* brachte man die zu untersuchende Luft, indem man dieselben, nachdem sie zuvor mit Wasser gefüllt waren, an dem Orte ausgoss, woher die Luft genommen werden sollte. Dann gab man beiden eine Anzahl Stösse auf die flache Hand, und liess sie eine bestimmte Zeit lang umgestürzt stehen. In *A* wurde hierauf noch einmal mit einem Blasbalge die Luft erneuert. Sodann wurde in *A* das Absorptionsmittel (Kalilauge, Barytwasser, Bleiessig) gebracht. Dieses befand sich in einem, in eine gekrümmte Spitze ausgezogenen, dünnwandigen, verkorkten und versiegelten, ganz gefüllten Röhrchen (Fig. 3), welches mit einem hakenförmig umgebogenen Drath auf den Boden der Flasche gelegt wurde. Ausserdem erhielt diese Flasche noch zur Volums-Ausgleichung so viel Wasser oder Glasstäbchen, als dem Raume vom Rand des Index bis zur verbindenden Kautschukröhre *a'* in *C* entsprach.

B erhielt ein dem Röhrchen mit dem Absorptionsmittel gleiches Volumen Wasser. So beschickt, wurden die Bleiringe aufgelegt, die Hähne aufgeschraubt, mit einem Schlüssel fest auf die Lederdichtungen angezogen, und nun mit jener Stellung der Hähne, wo die Luft der Flaschen mit der äussern communicirt, in Wasser gestellt.

(Diese Hähne haben eine doppelte, sogenannte holländische Bohrung (Fig. 2), was, um die Spannungen der auskühlenden Gefässe leichter auszugleichen, das Einstellen des Index zu handhaben, etc. von Vortheil ist. Unbedingt nöthig ist sie nicht.) Nach wenigstens einer halben Stunde, wo man annehmen konnte, dass die Gefässe die Temperatur des Bades angenommen haben, wurde der Apparat nach aussen ganz geschlossen, und nun abgewartet, bis sich der Index, den man zuvor an das Ende von C gleiten liess, fest eingestellt hatte. An seine Spitze wurde der Nullpunkt der Scala gerückt, die fortan dort liegen blieb. Nun stellte man für einen Augenblick B auf die Brücke der Wanne, um den Index etwas gegen A hin zu bewegen, oder sperrte ihn ganz ab, nahm dann auch A heraus, zerbrach durch schnelles Schütteln das Röhrchen mit der Lauge, und senkte sofort beide Gefässe wieder in das Wasser. Der Index legte nun eine gewisse Strecke in der Richtung von B nach A zurück, und stellte sich endlich für einige Zeit auf einem bestimmten Punkte ein.

Dieser wurde an der Scala abgelesen; er entspricht dem Betrag an verschwundenem Gas in A . Den wahren Ausdruck dafür gibt übrigens erst die Rechnung. Die unmittelbare Angabe des Apparates ist der Röhrenraum s , welchen der Index während des Versuches zurückgelegt hat. Dieser Betrag bedarf zunächst einer Temperaturs-Correction, wenn während des Versuches die Temperatur t_1 des Wasserbades in t_2 übergegangen ist.

Die Differenz $t_2 - t_1 = T$ hat natürlich bewirkt, dass der Raum v , welchen der Index bei constanter Temperatur gemacht hätte, in $s = v + \alpha T v$ übergegangen ist, wenn α den Ausdehnungs-Coëfficient $= 0.00367$ bedeutet. Demnach ist der corrigirte Werth $v = \frac{s}{1 + \alpha T}$. Die Bewegung des Index durch den Raum v ist dadurch hervorgerufen, dass von dem Luftvolumen V im Absorptions-Gefässe ein Kohlensäure-Volumen x verschwunden ist, so dass das Volumen $V - x$ zurückgeblieben wäre, wenn sich die Spannung e_1 nicht geändert hätte, welche die untersuchte Luft vor der Absorption hatte; dieselbe ist aber eben deshalb vermindert worden, und in e_2 übergegangen, während der Index durch den Raum v ging, und die untersuchte Luft also in den Raum $V - v$ sich zurückzog.

Der Zusammenhang der Grössen $V - x$, $V - v$, e_1 und e_2 nach dem Mariotte'schen Gesetze führt daher zur Gleichung:

$$V - x = \frac{(V - v) e_2}{e_1}$$

woraus folgt:

$$x = V - \frac{e_2}{e_1} (V - v).$$

Weil aber der Raum des Compensations-Gefässes aus V in $V + v$ übergegangen ist, so hat man

$$e_2 = e_1 \frac{V}{V + v}$$

wesshalb

$$x = V - V \frac{V - v}{V + v} = V \left(1 - \frac{V - v}{V + v}\right) = V \frac{2v}{V + v}.$$

Da es sich nun schliesslich um das Volumen y handelt, welches auf 10.000 Volumina atmosphärische Luft entfällt, gelangt man wegen $y = 10.000 \frac{x}{V}$ zur Resultante

$$y = 10.000 \frac{2V}{V + v} = 20.000 \frac{v}{V + v}.$$

Substituirt man für v den Werth $\frac{s}{1 + \alpha T}$ so erhält man die vollständige Formel:

$$y = 20.000 \frac{s}{(1 + \alpha T) V + s}.$$

Ohne Einfluss auf dieses Resultat ist übrigens die sonst nicht zu übergehende Thatsache, dass das absorbirte Kohlensäurequantum x eine, von der Dichte der äussern Luft verschiedene Dichte hat, sobald die Temperatur des Wasserbades t_1 bei der Schliessung des Apparates von der äussern Lufttemperatur T_1 verschieden war.

Wollte man das, auf die Dichte der äussern Luft reducirte, absorbirte Kohlensäure-Volumen Z wissen, so hätte man nach der Gleichung zu rechnen $Z = x(1 + \alpha[T_1 - t_1])$, insoferne man eben annehmen kann, dass die Temperatur der untersuchten Luft die des Wasserbades war, und dass deren Spannung beim Zusammenstellen des Apparates dem Barometerstande gleichgeblieben ist.

Will man endlich mit Logarithmen rechnen, so hat man

$$\log y = 4.30103 + \log s - \log ([1 + \alpha T] V + s).$$

Übrigens sind y , s und V Anzahlen von bestimmten gemeinschaftlichen Volums-Einheiten; z. B. CC , $\alpha = 0.00367$, wobei man mit einer in den meisten Fällen hinreichenden Genauigkeit auch den gemeinen Bruch $\frac{11}{3000}$ setzen kann. T ist in Decimalgraden auszudrücken.

Soweit wäre nun das Verfahren sehr einfach und schnell, und theoretisch genommen, müssten die Angaben die grösste Schärfe erreichen, die sich überhaupt erzielen lässt. Allein die Erfahrung lehrte bald eine Schwierigkeit kennen, die sich nicht voraussehen liess, und die ich bis jetzt noch nicht beseitigen konnte.

Sie liegt darin, dass die angewandten Absorptionsmittel neben der Kohlensäure auch noch Sauerstoff (oder vielleicht Luft als solche) absorbiren, und dadurch werden die Angaben mit einem Fehler behaftet, der sich durch Rechnung vorläufig nicht eliminiren lässt. Am ersichtlichsten wird diese secundäre Absorption, wenn man mit trockenen Absorptionsmitteln arbeitet. Es versteht sich, dass dann auch die Flaschen trocken sind. Durch einige Stangen geschmolzenes Chlorcalcium, das zuvor mehrere Stunden in Kohlensäure gelegen war, und davon ein gleiches Volumen in jede Flasche gebracht wurde, war durch mehrstündiges Stehen zuvor alle Feuchtigkeit entfernt. Statt Lauge wurde festes Ätzkali in einem ausgezogenen Glasrohr in *A* gebracht, und sein Volumen in *B* mit Quecksilber ausgeglichen. Das weitere Verfahren war dasselbe.

Die Bewegung des Index war nun natürlich viel langsamer, allein sie war selbst nach 24 Stunden noch nicht zu Ende, zum Beweise, dass fortwährend Gas aus *A* verschwand.

Sie steht aber auch im Verhältniss zur Grösse der absorbirenden Kali-Oberfläche. Das Fortschreiten des Index von 30 zu 30 Minuten war z. B. einmal: (angewandt 1350 CC. Luft, zur Absorption eine 2 Zoll lange Kalistange, also verhältnissmässig viel weniger Oberfläche als bei Lauge).

CC.	Differenz
0.00	—
0.13	0.13
0.32	0.19
0.47	0.15
0.58	0.11
0.66	0.08
0.72	0.06
0.75	0.03
0.78	0.03
0.81	0.03
0.84	0.03
0.86	0.02

	CC.	Differenz
	0·875	0·015
Nach 1 Stunde:	0·89	0·015
Nach 3 Stunden:	0·945	6·045
Nach 12 Stunden:	0·965	0·02 u. s. w.,

während directe Versuche in kalibrirten Röhren, wo mit Kohlensäure vermischte Luft über Quecksilber abgesperrt war, lehrten, dass zur Absorption von 15% Kohlensäure mit derselben Menge festen Kali höchstens 16 Minuten erforderlich sind.

Noch augenfälliger wird diese Absorption, wenn man die Luft in beiden Flaschen zuvor von Kohlensäure mit Kali befreit. Wird dann in *A* noch mehr Kali blossgelegt, so sieht man, wie das Gasvolumen in *A* langsam aber andauernd verschwindet.

Bei den flüssigen Absorptionsmitteln kommt nun wahrscheinlich noch ein Theil der Absorption auf Rechnung des Lösungsmittels selbst, und darum ist sie viel schneller, und kann namentlich durch langes Schütteln sehr weit getrieben werden. Kali, Barytwasser und Bleiessig unterscheiden sich in diesem Betracht nur durch die grössere oder geringere Schnelligkeit, die natürlich bei Kali am grössten ist.

Dass das nächste rasche Fortschreiten des Index der leichter absorbirten Kohlensäure angehört, ist augenscheinlich; dieses ging bei vielen Versuchen (bei etwa 1350 CC. Luft) bis auf etwa 0·7—0·9 CC. Von dort an wird sie langsam. Allein man wird wohl annehmen müssen, dass sofort neben der Kohlensäure auch Sauerstoff (oder Luft) absorbirt wird, und dass somit schon die erste Anzeige des Index eine zusammengesetzte ist aus diesen beiden Factoren.

Wäre sie blos Kohlensäure, so gäbe das nach mehr als 20 übereinstimmenden Versuchen (mit flüssigen Absorptionsmitteln) zwischen 14 und 15 Volumen in 10.000₁, ein Betrag, der nach den massgebenden Resultaten Saussure's unwahrscheinlich ist. — Es handelt sich also, wie man sieht, darum, ein Absorptionsmittel zu finden, das nur Kohlensäure und nichts anderes absorbirt; dann aber hat man einen Apparat, wie er nicht leicht empfindlicher hergestellt werden kann, ja seine Empfindlichkeit kann ohne gehörige Vorsicht geradezu zum Fehler werden; oder aber es lässt sich die Aufgabe vielleicht lösen, dass man eine Absorption von Seite einer indifferenten Flüssigkeit eintreten lässt, und man geht dann nach dem Princip vor, welches der vortrefflichen absorptiometrischen Methode Bunsen's zu Grunde liegt.

Man hätte dann in beide Gefässe genau gemessene ungleiche Wassermengen einzubringen, deren Differenz in dem Absorptions-Gefässe eine grössere Gasabnahme, und eine entsprechende Bewegung des Index bewirken würde.

Verschiedene Versuche dieser Art würden mit gehöriger Berücksichtigung der dabei obwaltenden Volums- und Druckverhältnisse die Anwendung des absorptiometrischen Calculs zulassen, welcher zur Kenntniss der Mischungsverhältnisse, und somit des Kohlensäure-Gehaltes der untersuchten Luft führte. Obgleich dieser, als ein sehr geringer Procentbetrag genauen Bestimmungen immerhin schwer zugänglich ist, könnte vielleicht doch die grosse Empfindlichkeit des Differential-Manometers bei sorgfältiger Handhabung auch auf diesem Wege zu übereinstimmenden verlässlichen Zahlen gelangen lassen. Jedenfalls kann ein derartiges Verfahren als ein theoretisch mögliches (aber vorderhand nur als ein solches) bezeichnet werden, bevor über dessen Ausführbarkeit Versuche entschieden haben.

Da, wo unsere gewöhnlichen eudiometrischen Messungen aber aufhören scharf zu sein, wird man wohl nur zu einer ähnlichen Methode greifen können. Auch die Ammoniak-Bestimmungen der atmosphärischen Luft, die noch jedem Analytiker andere Resultate gegeben haben, wären vermuthlich mit einem Apparate dieser Art in grösseren Dimensionen der Gefässe ausführbar, und endlich kann der Apparat ohne weitere Verbesserungen schon jetzt sehr gut zur Hygrometrie benutzt werden.

Ich breche für diesmal eine Beschreibung von Versuchen ab, die ihren eigentlichen Zweck noch nicht erreicht haben und die ich auch ganz unterlassen hätte, wenn mir nicht die hervorgehobene Erscheinung an sich der Beachtung werth geschehen hätte, eine Erscheinung, die bei der Brunner'schen Methode eben auch zum Fehler wird, und die sich hier klar beweisen lässt¹⁾. — Und wenn

¹⁾ Es sei hier noch einigen Einwendungen begegnet, die man dem Mechanismus des Apparates machen könnte, falls man die Versuche wiederholen, oder ähnliche anstellen wollte.

Eine kleine Unbequemlichkeit (obwohl sie keine Ungenauigkeit einschliesst) ist das Einbringen der Absorptionsmittel in Röhren, das Ermitteln des Volums, Ausgleichen, etc. obwohl man bei einiger Übung in einer Stunde leicht einen Vorrath von einem Dutzend solcher Röhren herstellen kann. Besser aber wäre eine zweihalsige Flasche, davon der eine Hals mit einer Hahnvorrichtung versehen ist, um das Absorptionsmittel einfach hineinfallen oder ausfliessen zu machen.

sich dieses manometrische Verfahren von dem bezeichneten Fehler nicht befreien lässt, halte ich dafür, dass jene Kohlensäure-Bestimmungen der atmosphärischen Luft die verlässlichsten sind, wo die Kohlensäure in Form eines Niederschlags wägbar abgeschieden wird, wie bei dem Saussure'schen Verfahren.

Dieses letztere würde sich wohl mit einem Aspirator ausführen lassen, und schon dadurch etwas an Bequemlichkeit gewinnen.

Dann fällt natürlich, da ein gleiches Volumen Luft durch den Hahn wieder abgesperrt wird, auch eine Ausgleichung in *B* weg, und der Apparat ist auch der Gefahr des Zerbrechens nicht ausgesetzt. Auch die Scala könnte man umgehen, und eine Vorrichtung anbringen, um mittelst Quecksilber, welches man nach der Absorption in *A* eintreten lässt, den Index wieder auf den Stand zu rücken, den er vor dem Versuche hatte. Das eingetretene Quecksilber würde gewogen; es entspräche dem absorbirten Luftquantum, und aus seinem Gewicht stünde dieses leicht zu ermitteln. Am leichtesten wird der Apparat von Temperaturveränderungen afficirt, die besonders bei einem Weingeist-Index leicht Fehler veranlassen können. Ein Wasserindex ist in diesem Betracht leichter zu handhaben. Schwefelsäure oder Quecksilber sind dagegen wegen ihrer Unempfindlichkeit unbrauchbar.

Das Sicherste wäre freilich, wenn man den ganzen Apparat, sammt Scala etc. unter Wasser stellte. Die wesentlichste Bedingung des Gelingens aber ist ein luftdichter Verschluss, und es kann daher nicht genug Sorgfalt auf die Prüfung der einzelnen Theile des Apparates verwendet werden. Die Kautschukröhren wurden mit den Klammern (Fig. 4) an die Röhren-Enden angepresst.

Dass der Apparat ganz vor der Sonne geschützt wirken müsse, versteht sich von selbst.

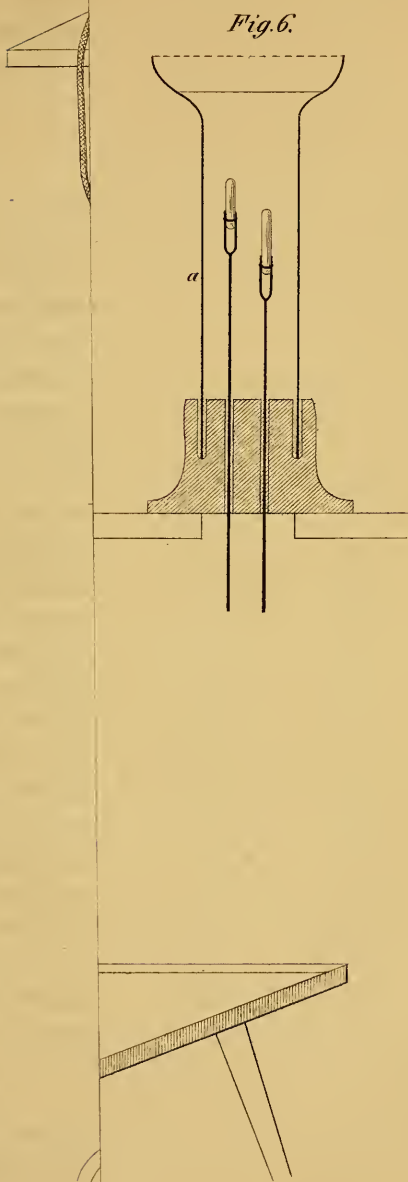
Während der Ausführung der beschriebenen Versuche hatte ich mehrfach Veranlassung, Absorptionsmittel mit Gasen, die sich in kalibrirten Röhren befanden, zusammenzubringen. Die gewöhnliche Art das zu thun, eine Kugel der Substanz an einen Drath angeschmolzen unter Quecksilber in die Röhre einzuführen, lässt sich etwas bequemer und sicherer mittelst der Vorrichtung ausführen, die in Fig. 5 und 6 abgebildet ist.

Die Dräthe, die an eisernen Klammern Stangen oder Kugeln der absorbirenden Substanz tragen, gehen stopfbüchsenartig durch den hölzernen Boden eines Gefässes *a*, zu dem man ganz gut den abgesprengten Hals eines grossen Kolbens benützen kann, und welches sorgfältig in demselben eingekittet ist. In die Bohrungen leimt man zwei vulcanisirte Kautschukröhrchen ein, in denen die Dräthe anfangs ziemlich streng beweglich sind. Wenn sie aber dann gut geölt werden, so verschieben sie sich sehr leicht, und schliessen doch vollkommen quecksilberdicht. Dieses Quecksilbergefäss steht auf einem Tischehen, durch dessen vordern Spalt es eingeschoben wird. Ein Halter, der mittelst eines Schlüssels in einer Zahnstange auf und ab bewegt werden kann, umspannt die Absorptionsröhre, die man so von jeder Berührung und Erwärmung mit den Händen ausschliessen, und sehr scharf einstellen kann.

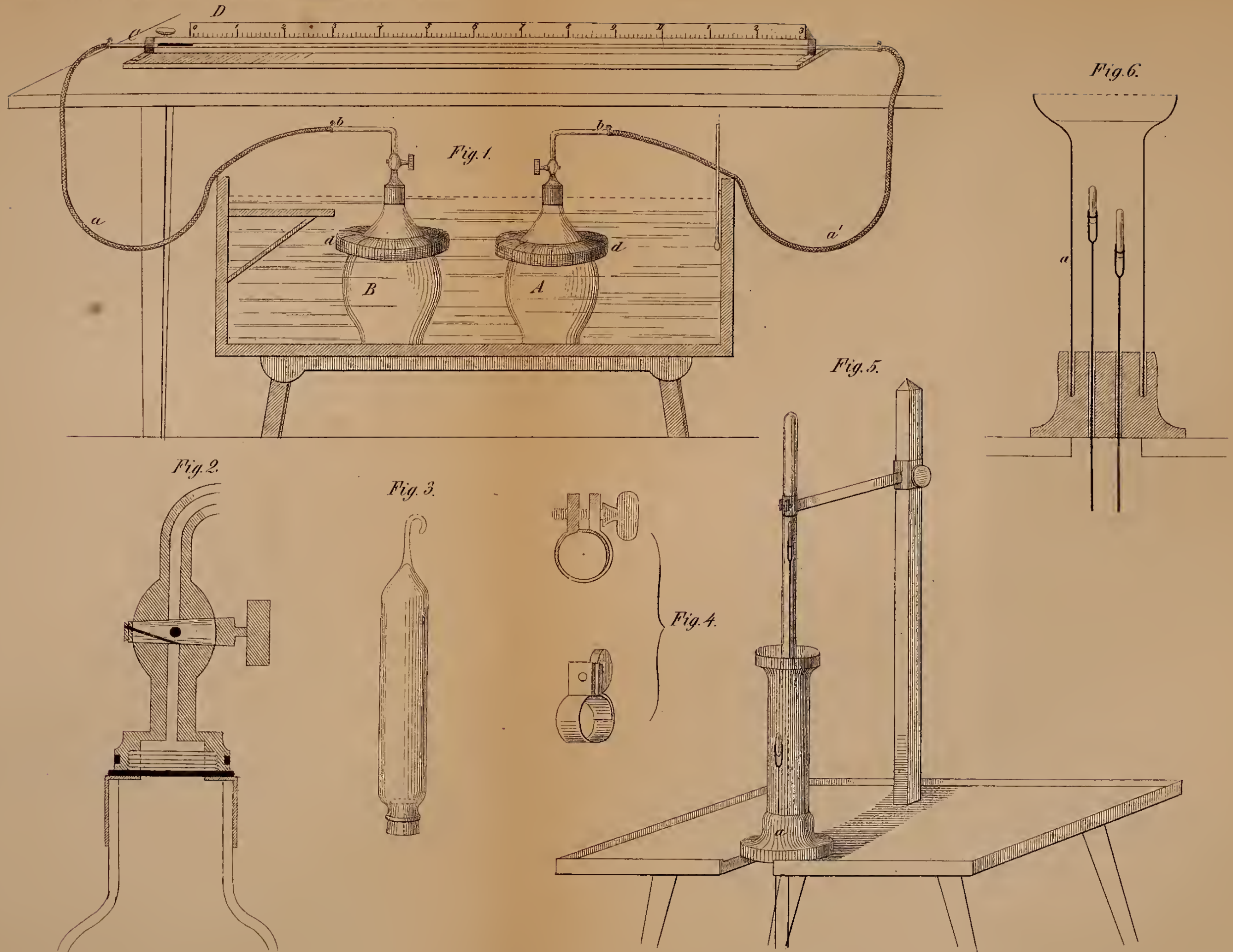
Man kann so abwechselnd mehrere Substanzen in das Rohr einführen, und diese selbst beliebig lange unter Quecksilber für den nächsten Gebrauch bereit halten.

Hlas

Fig. 6.



Hlasiwetz. Über Kohlensäure-Bestimmungen der atmosphärischen Luft.



Ich kann diese Mittheilung nicht schliessen, ohne meinem Freunde und Collegen, Prof. Dr. v. Waltenhofen für seine Theilnahme, und den Herren v. Gilm und Bukeisen für ihre thätige Unterstützung bei diesen Versuchen meinen verbindlichsten Dank auszudrücken.

Über einige Salze des Harnstoffes mit organischen Säuren.

Von Prof. Dr. H. Hlasiwetz in Innsbruck.

Von den organischen Säuren sind bis jetzt nur die Oxalsäure, Cyanursäure, Lanthanursäure, Isocyanursäure, Harnsäure, Hippursäure und Milchsäure auf ihr Verbindungsvermögen mit dem Harnstoffe untersucht worden.

Von den letzten dreien hat sich die Angabe, dass sie Harnstoffsalze bilden, nicht bestätigt (Pelouze). Die erstgenannten aber stehen, wie man sich ausdrückt, noch so ziemlich auf der Grenzlinie zwischen organischen und unorganischen Verbindungen, und sind dem Harnstoffe als Cyanverbindungen selbst nahe verwandt, so dass man sich noch fragen konnte, ob er zu den übrigen organischen Säuren dasselbe Verbindungsbestreben zeigt, oder wie weit dieses überhaupt geht. In diesem Betracht habe ich einige Versuche angestellt, und als ich gefunden hatte, dass namentlich mit einer Anzahl krystallisirter Säuren sehr leicht eben solche Salze darstellbar sind, dachte ich dieses Verhalten benutzen zu können, um das noch etwas zweifelhafte Äquivalent einiger Säuren, die sonst nur sehr schwierige Salze geben, feststellen zu können. Die Leichtigkeit, mit der er sich z. B. mit der Gallussäure zu einem sehr beständigen Salze verbindet, liess mich hoffen, solche auch mit der Catechusäure, Cetrarsäure u. a. zu erzielen, denn seine schwachbasische Natur schliesst die rasche Veränderlichkeit der Salze jener unorganischen Basen aus, denen er zunächst an die Seite gesetzt werden kann, und die die Gewinnung von Salzen so schwierig oder ganz unmöglich machen.

Allein diese letzteren Bemühungen blieben erfolglos, und es lässt sich schwer angeben, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, um mit dem Harnstoffe Salze zu erhalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1856

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Hlasiwetz Heinrich Hermann

Artikel/Article: [sitzung vom 27. März 1856. Eingesendete Abhandlungen. Über Kohlensäure-Bestimmungen der atmosphärischen Luft. 189-207](#)