

Wir bemerken noch, dass die zum Befestigen der Flaschen dienenden Gegenstände aus dem Kasten herausgenommen, und statt dessen Siebe eingesetzt werden können, wenn man trockene Substanzen absieben will. Die Schüttelvorrichtung ist dann für alle diejenigen Zwecke anwendbar, welche in dieser Zeitsch. 1888 S. 699 erwähnt wurden.

## Beiträge zur technischen Gasanalyse.

Von

Dr. Wilh. Thörner.

Mittheilung aus dem städt. Untersuchungsamt und amtlichen Controlstation Osnabrück.

Seit mehreren Jahren werden alle gasometrischen Untersuchungen im hiesigen Institut ausschliesslich mit der Ettling-Hempel'schen Bürette ausgeführt, und ich glaube mit einer kurzen Beschreibung der hierbei verwendeten Nebenapparate, Umrechnungstabellen und gemachten Erfahrungen manchem Fachgenossen einen Dienst zu leisten.

Die Gasanalysen dürfen nicht im eigentlichen Laborirraum, sondern müssen in einem wenn möglich nach Norden gelegenen, jedenfalls aber ungeheizten und möglichst gleichmässig temperirten Zimmer ausgeführt werden. Es ist sehr zweckmässig, direct über der Gasbürette einen Wasserbehälter von 5 bis 10 l Inhalt, dessen Wasser somit stets die Zimmertemperatur besitzt, und passend daneben Thermometer und Barometer aufzuhängen. Es ist ferner sehr zu empfehlen, nur mit Kühlmantel versehene Gasbüretten zu verwenden und diesen in entsprechender Weise mit dem Wasserbehälter zu verbinden. Da nun der Kühlmantel bei den im Handel befindlichen Instrumenten, soweit mir bekannt geworden, durch Kork- oder Gummistopfen mit der Messbürette verbunden ist und diese Verbindungen beim häufigeren Gebrauch leicht undicht werden, so habe ich von der Firma Fritz Fischer & Röwer in Stützerbach einen solchen Apparat herstellen lassen, bei dem der Kühlmantel direct durch Anschmelzen mit der Bürette verbunden ist, und welcher meinen vollen Beifall gefunden hat. Ferner habe ich bei dem Bezug einiger Gasbüretten von verschiedenen Apparatenhandlungen die sehr unliebsame Erfahrung gemacht, dass dieselben in ihren Dimensionen sehr verschieden ausfielen und nicht selten für die gegebenen Verhältnisse garnicht mehr zu ver-

wenden waren. Ich möchte daher den Firmen, welche sich mit der Herstellung chemischer Utensilien befassen, dringend an's Herz legen, an den von Hempel angegebenen Grössenverhältnissen festzuhalten, und in der Zukunft nur Gasbüretten von 800 mm Höhe und Absorptionspipetten von 300 mm Höhe und 110 mm Breite und schliesslich Absorptionspipetten-Tische von 500 mm Höhe und 120 mm Breite, wie aus der Skizze (Fig. 227) leicht ersichtlich, herzustellen.

Zur Entnahme und Aufbewahrung der Gasproben benutze ich dickwandige, durch Glashähne verschliessbare und mit einem T-Rohr versehene Glasballons (Fig. 221) von 500 bis 2500 cc Inhalt. Die Hähne dieser von der Firma Fritz Fischer & Röwer in Stützerbach angefertigten Ballons schliessen durchaus dicht, so dass ich die Gase mehrere Tage darin aufbewahren konnte, ohne eine Veränderung in ihrer chemischen Zusammensetzung nachweisen zu können. Dieselben haben mir auch auf der Reise recht gute Dienste geleistet. Beim Auffangen der Gase verbinde ich *a* des senkrecht aufgehängten und mit Wasser gefüllten Glasballons mit einem grösseren ebenso geformten, aber aus Zinkblech hergestellten, mit Wasserstandrohr versehenen und genau 10 l fassenden Aspirator; Ansatz *b* wird mit der Gasleitung verbunden.

Nachdem so einige Zeit aspirirt ist, lässt man durch Öffnen der Hähne und Ausfliessen des Wassers aus dem Glasballon das Gas in denselben eintreten. Noch vortheilhafter aber zeitraubender ist es, das untere Rohr *C* des Ballons, wenn der in der Gasleitung herrschende Druck nicht schon genügt, mit dem Aspirator zu verbinden und einfach durch Verdrängen das Gas in dem vollständig trockenen Ballon aufzufangen. Zum Ansaugen der Gase verwende ich meistens ein Rohr aus Glas oder reinem Bankazinn. Sind Schwefigsäure, Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff u. dgl. in den zu untersuchenden Gasen enthalten, so werden dieselben zunächst, in ähnlicher Weise, wie ich dies bei der Untersuchung der Auspuffgase der Locomotiven beschrieben habe<sup>1)</sup>, durch Absorption aus bestimmten Gasvolumina entfernt und gewichtsanalytisch bestimmt; der Gasrest

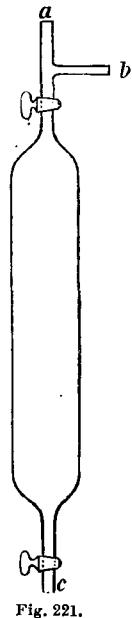


Fig. 221.

<sup>1)</sup> Stahleisen 1889 S. 821; vgl. S. 588 d. Z.

wird dann der volumetrischen Untersuchung unterworfen.

Bei der Untersuchung von Generatorgas, Wassergas, Leuchtgas, Feuergasen u. s. w. absorbire ich nach dem Vorschlage Winkler's (S. 657 d. Z.), nachdem Kohlensäure und Sauerstoff in bekannter Weise entfernt sind, die Summe der schweren Kohlenwasserstoffe der Äthylen- und Benzolreihe durch rauchende Schwefelsäure. Die hierzu benutzte Absorptionspipette ist mit aufgeschliffenen Glaskapselverschlüssen versehen und die obere Absorptionskugel mit groben Glasstückchen angefüllt. Die so ausgerüstete Pipette arbeitet sehr rasch, und die Säure hält sich darin recht lange im concentrirten Zustande. Bei der Absorption des Kohlenoxydgases mittels salzsauren Kupferchlorürs kann ich die von Drehschmidt<sup>2)</sup> und Winkler gemachten Beobachtungen ebenfalls bestätigen. Ich bewirke die quantitative Entfernung dieses Gases bis jetzt verhältnismässig rasch durch doppelte Absorption mit möglichst frischer Kupferchlorürlösung. Wasserstoff wird dann in bekannter Weise nach dem Verdünnen mit Luft durch Verbrennen über Paladiumasbest bestimmt.

Ist jetzt in dem Gasrest noch Methan in nicht unerheblicher Menge vorhanden, wie das im Generatorgas und ganz besonders im Leuchtgase der Fall ist, und man wollte, um den zur Verbrennung desselben nothwendigen Sauerstoff zu beschaffen, wiederum einen entsprechenden Zusatz von atmosphärischer Luft geben, so würde die hierdurch erzeugte Verdünnung des Gases doch in den allermeisten Fällen eine recht unliebsame werden. Ich füge daher die nothwendige Gasmenge in Gestalt von elektrolytischem Sauerstoff zu und zwar genügt es meistens, die bei der Verbrennung des Wasserstoffs verbrauchte Sauerstoffmenge zu ersetzen. Zu diesem Zweck benutze ich mit Vortheil den nebenstehend skizzirten elektrolytischen Zersetzungssapparat (Fig. 222), der genau die Grösse und Form der gewöhnlichen Gasabsorptionspipetten erhalten hat und leicht mit der Messbürette verbunden werden kann. Das U-förmige, weite Glasrohr ist mit drei grossen Platin-elektroden in der Weise ausgerüstet, dass sich in dem mit 0,5 cc Eintheilung versehenen und oben in ein Capillarrohr endigenden Schenkel zwei derselben befinden. Es ist so möglich, nach Belieben Sauerstoff, Wasserstoff oder Knallgas zu entwickeln und gemessene Mengen derselben in die Gasbürette überzuführen.

Die Verbrennung des Methans mit Sauer-

stoff führe ich in einer Verbrennungspipette<sup>3)</sup> (Fig. 223) aus. Dieselbe hat die Form der einfachen Hempel'schen Absorptionspipetten erhalten und ist mit einer kleinen, etwa 25 mm weiten Verbrennungskammer versehen, welche mit der grösseren Glaskugel durch

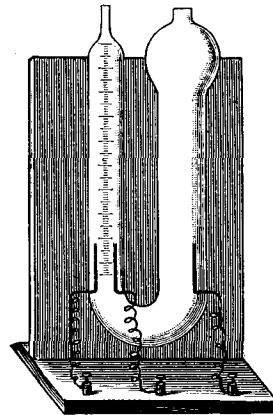


Fig. 222.

eine etwa 10 mm weite Verjüngung verbunden ist. In die Glaswandungen der Verbrennungskammer sind zwei recht starke — um ein Erwärmen und dadurch bedingtes

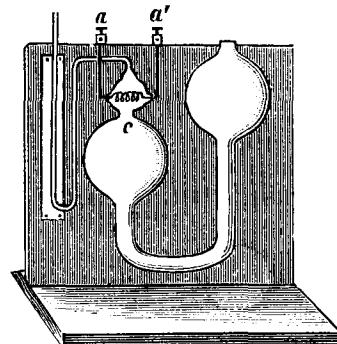


Fig. 223.

Zerspringen des Glases zu verhüten — Silberdrähte eingeschmolzen, welche durch einen spiralförmig gewundenen (5 Windungen 5 mm hoch) feinen Platindraht verbunden sind und in die Klemmschrauben *a* und *a'* endigen. Bei der Ausführung einer Methanverbrennung wird zunächst nur so viel des Gasgemisches in die Pipette übergeführt, dass die Platinspirale eben vollständig freigelegt wird; dann werden die Polschrauben mit einer galvanischen Batterie, am zweckmässigsten Tauchbatterie<sup>4)</sup>, verbunden und die Platinspirale

<sup>3)</sup> Bei Anfertigung derselben im vergangenen Jahre war die Abhandlung Winkler's (S. 658), in welcher derselbe ebenfalls eine ohne Frage recht brauchbare Verbrennungspipette beschreibt, noch nicht bekannt gegeben.

<sup>4)</sup> Ich benutze schon seit Jahren zu allen diesen Versuchen eine 6zellige Trouvè'sche Chrom-

zum lebhaften Glühen erhitzt. Es erfolgt nicht selten, wenn viel Methan in dem Gasgemisch enthalten ist, ein schwaches und ganz unschädliches Aufflammen. Man lässt nun langsam das Gas vollständig in die Pipette überreten und darin etwa 1 Minute verweilen. Dann saugt man es wiederum langsam, aber nur bis zur Verjüngung  $C$ , in die Bürette zurück und wiederholt dieses Überführen noch ein oder zwei Mal. Man kann jetzt sicher sein, dass alles Methan verbrannt ist. Der galvanische Strom wird nun unterbrochen und, nachdem sich die Verbrennungskammer etwas abgekühlt hat (nach einigen Minuten), der Gasrest in die Bürette übergeführt und nach der Absorption der entstandenen Kohlensäure das verschwundene Gasvolum abgelesen. Durch Multiplication mit  $\frac{1}{3}$  findet man daraus das vorhanden gewesene Methan.

Ist bei einer Gasanalyse zur Bestimmung eines Gasbestandtheils eine Verbrennung mit Knallgas nothwendig oder wünschenswerth, so benutze ich die hierneben gezeichnete Explosionspipette (Fig. 224). In dem oberen

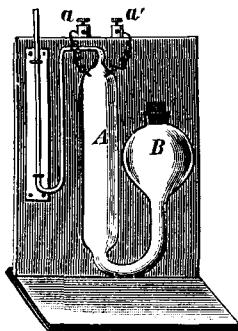


Fig. 224.

Theile des cylindrischen Explosionsraumes  $A$  sind die mit den Klemmschrauben  $a$  u.  $a'$  fest verbundenen Platinelektroden eingeschmolzen. Die ganze Pipette ist aus starkem Glase erblasen und die untere, möglichst geräumige Niveaumasse  $B$  kann durch einen Guministopfen fest verschlossen werden, um durch das über der Flüssigkeit in  $B$  abgeschlossene Luftvolum den Schlag bei der Explosion zu schwächen und ein Zertrümmern des Apparats zu verhüten.

Es mögen nebenstehend einige Beleganalysen folgen (Vol.-Proc.).

Bei der Bestimmung und Untersuchung der im Wasser gelösten Gase fange ich dieselben jetzt ebenfalls direct in der Hempel'schen Bürette auf. Letztere hat zu diesem Zweck oberhalb des Fusses eine Rohrabschmelzung erhalten (d Fig. 226),

säure-Tauchbatterie, die stets bereit ist und sich vorzüglich bewährt.

	Generator gas		Wasser- gas		Siemensgas	Gichtgas von Cupolöfen
	I	II	I	II		
Kohlensäure . .	10,5	12,6	5,6	8,2	0,6	9,6
Kohlenoxyd . .	15,5	15,6	34,6	34,5	31,2	18,0
Wasserstoff . .	16,7	19,8	48,2	49,2	5,8	1,6
Leichte Kohlen- wasserstoffe (Methan) . .	1,5	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0
Schwere desgl. .	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sauerstoff . .	0,3	0,0	1,4	0,0	0,3	0,0
Stickstoff . .	55,05	51,2	9,2	8,1	61,6	70,8
Schwefelwasser- stoff resp. SO <sub>2</sub>	0,35	0,6	1,03	—	0,07	—
Ammoniak . .	0,10	0,10	0,04	—	0,04	—

welche in der früher (Repert. 1885 No. 1) von mir beschriebenen Weise durch einen Gummischlauch mit dem das Versuchswasser enthaltenen Kolben verbunden wird. Aus dem Kühlmantel wird während des Auffangens der Gase das Wasser natürlich entfernt.

Zur volumetrischen Bestimmung der Kohlensäure in Soda, kohlens. Kalk, Mineralien und überhaupt in Verbindungen, die sich in der Kälte durch Säurezusatz zersetzen, benutze ich den nebenstehenden, einfachen Apparat (Fig. 225) in Verbindung mit der Hempel'schen Gasbürette. In dem 100 cc fassenden Kölbchen  $K$  werden 0,25 bis 0,5 g der Probe trocken abgewogen, der kleine etwa 50 cc fassende Scheidetrichter  $C$  mit Salz- oder Schwefelsäure, welche vorher durch Zusatz einer Messerspitze doppeltkohlensauren Natrons mit Kohlensäure gesättigt wurde, gefüllt und dann der Apparat in der aus der Figur leicht zu erschenden Weise zusammengesetzt. Das Kölbchen  $K$  befindet sich zweckmäßig während des Versuchs in einem passenden, mit Wasser gefüllten Kühlgefäß.

Hierauf wird das Rohr  $A$  durch einen Gummischlauch mit der Gasbürette verbunden und durch zeitweiliges Lüften des Quetschhahnes  $B$  und Heben des Niveaurohrs auf den Nullpunkt in bekannter Weise eingestellt. Wenn nach einigen Minuten keine Volumveränderung mehr eintritt, lässt man tropfenweise Säure zufliessen, bis eben die Kohlensäureentwicklung beendet ist, schüttelt das Kölbchen einige Mal vorsichtig um, eine Erwärmung desselben durch die Hand vermeidend und

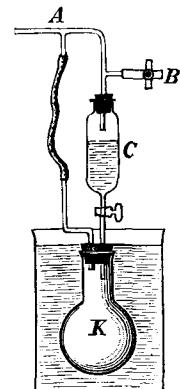


Fig. 225.

liest das entwickelte Kohlensäurevolum ab. Die Resultate sind, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, recht genau.

Zur Bestimmung der in Flüssigkeiten, Bier, Wein u. dergl. gelösten, oder in Verbindungen befindlichen Kohlensäure, die sich nur in der Siedehitze vollständig zersetzen, verwende ich die nebenstehende Apparaturzusammenstellung<sup>5)</sup>. In dem kleinen, etwa 75 cc fassenden Kühlkolben A (Fig. 226) wird die Kohlensäure aus

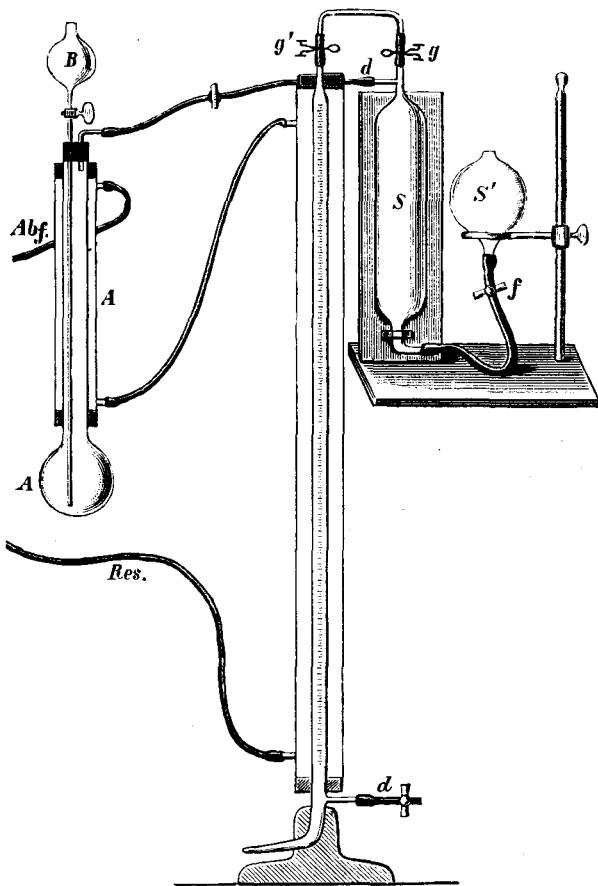


Fig. 226.

der abgemessenen oder abgewogenen Substanz durch Kochen, ev. unter Zusatz von Salz- oder Schwefelsäure, ausgetrieben und durch einen Gummischlauch in die Bürette oder zunächst in eine Sammelpipette S S' übergeführt. Ist die Umsetzung beendet, so wird das Trichterrohr B mit Wasser gefüllt und mit Hülfe desselben das ganze Gasvolum in die Bürette bez. Sammelpipette übergetrieben. Das Kühlwasser durchfliesst zunächst den Kühlmantel der Bürette, dann den Kühlkolben, wie die Figur zeigt. Nach einigen Minuten hat Temperaturausgleichung stattgefunden; man liest nun das Gesamtvolum

<sup>5)</sup> Das Niveaurohr ist der Übersichtlichkeit halber fortgelassen.

ab und bestimmt darin die Kohlensäure in bekannter Weise durch Absorption. Da es bei diesen Bestimmungen nicht immer möglich ist, das entstehende Gasvolum vorher zu berechnen, so ist es sehr zu empfehlen, eine Sammelpipette S S' von 150 bis 200 cc Inhalt einzuschalten und das seitliche Capillarrohr d derselben mit dem Zersetzungssapparat A und das obere Rohr g mit der Bürette zu verbinden, wiedies aus der Figur leicht ersichtlich. Man hat es dann während des Versuchs durch Öffnen oder Schliessen der Quetschhähne g g' oder f ganz in der Hand, die Gase direct in die Bürette überzuführen, oder, wenn nothwendig, einen Theil derselben in der Sammelpipette aufzufangen und dann die Absorption der Kohlensäure in zwei getrennten Operationen vorzunehmen. Die Einrichtung dieser Sammelpipette ist wohl ohne nähere Beschreibung aus der Zeichnung leicht verständlich.

Die nach beiden Methoden ausgeführten Bestimmungen ergeben gute Resultate, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt.

Bestimmung der Kohlensäure (Proc.)	nach	nach	nach	nach
	Methode I	Methode II	Bunsen	Fresenius gewichtsanalyst.
Kohlensaurer Kalk . . .	39,6	39,9	39,7	—
Kohlensaurer Magnesia . .	45,5	45,7	—	45,9
Kohlensaures Kali . . .	26,7	27,0	26,5	26,8
Saures kohlensaures Natron	—	50,0	50,2	50,0

Zur volumetrischen Bestimmung des Kohlenstoffes in Eisen und Stahl nach der von Wiborgh<sup>6)</sup> vorgeschlagenen Methode benutze ich schliesslich den Apparat Fig. 227,<sup>7)</sup> der schon im Jahre 1888 von der Firma C. Gerhardt in Bonn auf der Versammlung der Naturforscher und Ärzte in Cöln aufgestellt war. 0,5 g Roheisen, Spiegeleisen o. dergl. oder bis 2,5 g Stahl werden in dem etwa 150 cc fassenden Kolben A mit 10 cc einer gesättigten, durch Asbest filtrirten Kupfersulfatlösung übergossen, einige Mal umgeschwenkt, um schnelle und vollständige Verkupferung des Eisens herbeizuführen und nach etwa 5 Minuten für jedes angewandte Gramm Eisen 5 cc einer 100 proc. Chromsäurelösung hinzugefügt. Hierauf wird der Kolben mit dem gut eingeschliffenen Glasstopfen a, in welchem das Kühlrohr C und das Hahntrichterrohr B eingeschmolzen sind, geschlossen und durch das letztere etwa

<sup>6)</sup> Zeitschrift für chem. Industrie 1887, II 12.

<sup>7)</sup> Das Niveaurohr ist der Einfachheit halber fortgelassen.

120 bis 130 cc Schwefelsäure<sup>8)</sup> von 1,594 spec. Gew. langsam hinzugefügt, bis der Kolben bis fast an den Hals angefüllt ist. Jetzt wird sofort das Kühlrohr *C* durch ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr *r* und durch den Dreiweghahn *h* mit der Bürette *D* verbunden und das Kühlwasser aus dem Reservoir zunächst durch den Kühlmantel des Bürettenkühlers und darauf durch den Kühler *C* geleitet. Nun erhitzt man den Kolben-

Temperatur- und Barometerstand, das Gewicht des entsprechenden Kohlenstoffes mit Hilfe der nachfolgenden Tabelle.

Da das Volum der vorhandenen Kohlensäure nicht selten nur gering und eine genaue Ablesung desselben sehr wünschenswerth ist, so habe ich der zu diesen Bestimmungen dienenden Bürette eine oben erweiterte Form geben und nur den unteren engen Theil derselben mit einer sehr deutlichen Eintheilung von 75 bis 100 cc versehen lassen.

Es wird so eine sehr genaue Ablesung ermöglicht, und es dürfte sich diese Gasbürette überall da empfehlen, wo die genaue Bestimmung eines nur in geringer Menge in einem Gasgemisch vorhandenen Körpers gewünscht wird.

Die mit diesem Apparate — der sich gegenüber den zu diesem Zweck bis jetzt beschriebenen noch besonders dadurch auszeichnet, dass bei demselben bis oberhalb des Kühlrohres alle Gummiverbindungen vermieden sind und so unmöglich durch eine event. Einwirkung des Schwefelsäure - Chromsäure - Gemisches auf die Gummitheile Differenzen entstehen können — erzielten Resultate, stimmen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt,

sehr gut mit den durch die Gewichtsanalyse erhaltenen Werthen überein.

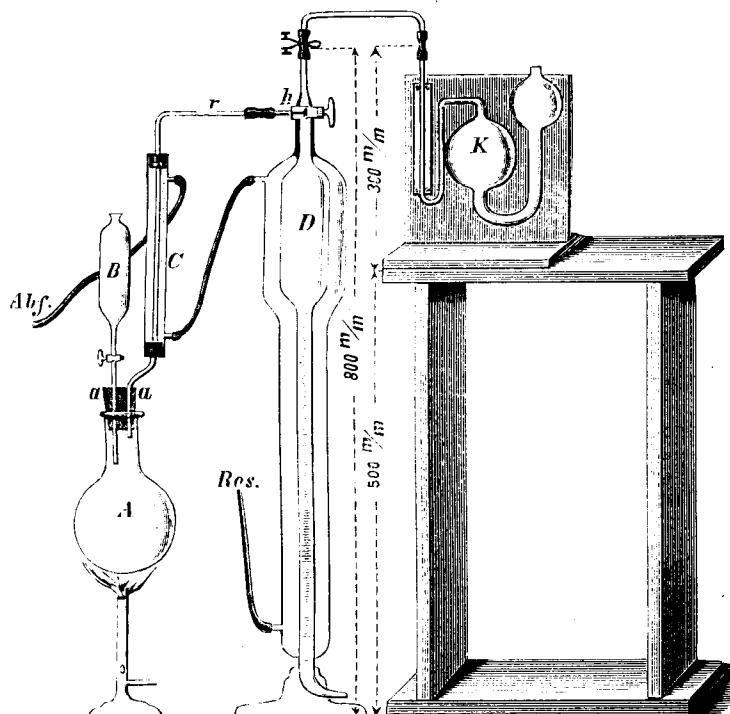


Fig. 227.

inhalt langsam zum Sieden und erhält darin etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde. Sowie die erste, zuweilen etwas stürmische, Zersetzung vorüber ist, kocht der Kolbeninhalt sehr ruhig und kann ganz ohne Aufsicht bleiben. Nach  $\frac{1}{2}$  Stunde entfernt man die Flamme, treibt durch Wasser, welches man durch das Trichterrohr zufließen lässt, den ganzen Gasrest in die Bürette über und lässt schliesslich noch so viel Luft zutreten, dass annähernd 100 cc erreicht werden. Nachdem Temperaturausgleichung stattgefunden hat, bestimmt man durch Absorption in der Kalipipette *K* das Volum der vorhandenen Kohlensäure und berechnet daraus, unter Berücksichtigung von

<sup>8)</sup> Zur Herstellung der Schwefelsäure werden 1000 g  $H_2SO_4$  mit 720 g Wasser vermischt und 5 g Chromsäure hinzugefügt. Das noch heiße Gemisch wird dann sofort zum Kochen erhitzt und 1 Stunde lang ein schwacher Luftstrom hindurch geleitet, um stets vorhandene Kohlensäure oder Kohlenstoffverbindungen daraus zu entfernen. Versäumt man dies, so erhält man leicht zu hohe Zahlen.

Eisensorte	Proc. Kohlenstoff	
	gewichts-analytisch	volumetrisch
Roheisen I . . . . .	4,04	4,00
do. II . . . . .	3,99	4,03
do. III . . . . .	3,61	3,60
Spiegeleisen I . . . . .	4,47	4,22
do. II . . . . .	4,08	4,10
Ferromangan . . . . .	6,98	6,90
Stahl I . . . . .	0,590	0,590
do. II . . . . .	0,497	0,500
do. III . . . . .	0,480	0,480
do. IV . . . . .	0,322	0,314
do. V . . . . .	0,245	0,240

Da man bei den drei zuletzt beschriebenen volumetrischen Kohlensäurebestimmungen wohl in den allermeisten Fällen genötigt sein wird, eine Umrechnung auf Gewichtsprocente Kohlensäure, oder selbst Kohlenstoff vorzunehmen, so habe ich, um diese,

Tabelle zur Reduction des Gases auf Normalzustand, sowie zur directen Berechnung des Gewichtes der entsprechenden Kohlensäure oder des Kohlenstoffes in Grammen aus dem gefundenen Volum Kohlensäure bei beliebigem Druck und Temperatur.

b mm	7° C. CO <sub>2</sub> C			8° C. CO <sub>2</sub> C			9° C. CO <sub>2</sub> C			10° C. CO <sub>2</sub> C			11° C. CO <sub>2</sub> C			12° C. CO <sub>2</sub> C			b mm
	0,93465	0,00184	0,00050	0,93061	0,00183	0,00050	0,92662	0,00182	0,00050	0,92258	0,00181	0,00049	0,91863	0,00181	0,00049	0,91448	0,00180	0,00049	736
737	0,93594	0,00184	0,00050	0,93188	0,00183	0,00050	0,92789	0,00182	0,00050	0,92385	0,00182	0,00050	0,91989	0,00181	0,00049	0,91574	0,00180	0,00049	737
738	0,93721	0,00184	0,00050	0,93316	0,00184	0,00050	0,92916	0,00183	0,00050	0,92512	0,00182	0,00050	0,92116	0,00181	0,00049	0,91700	0,00180	0,00049	738
739	0,93849	0,00185	0,00050	0,93444	0,00184	0,00050	0,93044	0,00183	0,00050	0,92639	0,00182	0,00050	0,92242	0,00181	0,00049	0,91826	0,00181	0,00049	739
740	0,93978	0,00185	0,00050	0,93572	0,00184	0,00050	0,93172	0,00183	0,00050	0,92766	0,00182	0,00050	0,92368	0,00182	0,00050	0,91952	0,00182	0,00049	740
741	0,94106	0,00185	0,00050	0,93699	0,00184	0,00050	0,93300	0,00183	0,00050	0,92893	0,00183	0,00050	0,92494	0,00182	0,00050	0,92078	0,00181	0,00049	741
742	0,94234	0,00185	0,00050	0,93827	0,00185	0,00050	0,93327	0,00184	0,00050	0,93020	0,00183	0,00050	0,92621	0,00182	0,00050	0,92304	0,00181	0,00049	742
743	0,94362	0,00186	0,00051	0,93955	0,00185	0,00050	0,93854	0,00184	0,00050	0,93147	0,00183	0,00050	0,92747	0,00182	0,00050	0,92330	0,00182	0,00050	743
744	0,94491	0,00186	0,00051	0,94083	0,00185	0,00050	0,93681	0,00184	0,00050	0,93274	0,00183	0,00050	0,92873	0,00183	0,00050	0,92456	0,00182	0,00050	744
745	0,94619	0,00186	0,00051	0,94211	0,00185	0,00050	0,93800	0,00184	0,00050	0,93401	0,00184	0,00050	0,93000	0,00183	0,00050	0,92582	0,00182	0,00050	745
746	0,94747	0,00186	0,00051	0,94339	0,00186	0,00051	0,93836	0,00185	0,00050	0,93528	0,00184	0,00050	0,93126	0,00183	0,00050	0,92708	0,00182	0,00050	746
747	0,94875	0,00187	0,00051	0,94466	0,00186	0,00051	0,94063	0,00185	0,00050	0,93654	0,00184	0,00050	0,93253	0,00183	0,00050	0,92834	0,00183	0,00050	747
748	0,95004	0,00187	0,00051	0,94594	0,00186	0,00051	0,94190	0,00185	0,00050	0,93781	0,00184	0,00050	0,93380	0,00184	0,00050	0,92960	0,00183	0,00050	748
749	0,95132	0,00187	0,00051	0,94722	0,00186	0,00051	0,94318	0,00185	0,00050	0,93908	0,00185	0,00050	0,93506	0,00184	0,00050	0,93086	0,00183	0,00050	749
750	0,95261	0,00187	0,00051	0,94849	0,00187	0,00051	0,94445	0,00186	0,00051	0,94035	0,00185	0,00050	0,93633	0,00184	0,00050	0,93212	0,00183	0,00050	750
751	0,95389	0,00188	0,00051	0,94977	0,00186	0,00051	0,94573	0,00186	0,00051	0,94162	0,00185	0,00050	0,93759	0,00184	0,00050	0,93368	0,00184	0,00050	751
752	0,95517	0,00188	0,00051	0,95105	0,00187	0,00051	0,94700	0,00186	0,00051	0,94289	0,00185	0,00050	0,93886	0,00185	0,00050	0,93464	0,00184	0,00050	752
753	0,95645	0,00188	0,00051	0,95233	0,00187	0,00051	0,94827	0,00186	0,00051	0,94416	0,00185	0,00050	0,94012	0,00185	0,00050	0,93590	0,00184	0,00050	753
754	0,95774	0,00188	0,00051	0,95361	0,00188	0,00051	0,94955	0,00187	0,00051	0,94543	0,00186	0,00050	0,94139	0,00185	0,00050	0,93716	0,00184	0,00050	754
755	0,95902	0,00189	0,00052	0,94849	0,00188	0,00051	0,95082	0,00187	0,00051	0,94670	0,00186	0,00050	0,94265	0,00185	0,00050	0,93842	0,00185	0,00050	755
756	0,96030	0,00189	0,00052	0,95116	0,00188	0,00051	0,95210	0,00187	0,00051	0,94392	0,00186	0,00050	0,93759	0,00186	0,00050	0,93368	0,00185	0,00050	756
757	0,96159	0,00189	0,00052	0,95744	0,00188	0,00051	0,95337	0,00187	0,00051	0,94923	0,00187	0,00050	0,94518	0,00186	0,00050	0,94094	0,00185	0,00050	757
758	0,96287	0,00189	0,00052	0,95873	0,00189	0,00052	0,95164	0,00188	0,00051	0,95050	0,00187	0,00050	0,94645	0,00186	0,00050	0,94220	0,00185	0,00050	758
759	0,96415	0,00190	0,00052	0,96001	0,00189	0,00051	0,95592	0,00188	0,00051	0,95117	0,00187	0,00051	0,94771	0,00186	0,00051	0,94346	0,00186	0,00051	759
760	0,96544	0,00190	0,00052	0,96129	0,00189	0,00052	0,95719	0,00188	0,00051	0,95304	0,00187	0,00050	0,94898	0,00187	0,00050	0,93842	0,00186	0,00050	760
761	0,96672	0,00190	0,00052	0,96256	0,00189	0,00052	0,95847	0,00188	0,00051	0,95431	0,00187	0,00050	0,94392	0,00186	0,00050	0,94094	0,00185	0,00050	761
762	0,96800	0,00190	0,00052	0,96384	0,00190	0,00052	0,95974	0,00189	0,00052	0,95558	0,00188	0,00051	0,94515	0,00187	0,00051	0,94187	0,00186	0,00051	762
763	0,96928	0,00191	0,00052	0,96512	0,00190	0,00052	0,96101	0,00189	0,00052	0,95685	0,00188	0,00051	0,95277	0,00187	0,00051	0,94851	0,00187	0,00051	763
764	0,97057	0,00191	0,00052	0,96640	0,00190	0,00052	0,96229	0,00189	0,00052	0,95812	0,00188	0,00051	0,95404	0,00188	0,00051	0,94977	0,00187	0,00051	764
765	0,97185	0,00191	0,00052	0,96768	0,00190	0,00052	0,96336	0,00189	0,00052	0,95939	0,00189	0,00051	0,94898	0,00188	0,00051	0,94472	0,00187	0,00051	765
766	0,97313	0,00191	0,00052	0,96896	0,00191	0,00052	0,96484	0,00189	0,00052	0,96066	0,00189	0,00051	0,95439	0,00188	0,00051	0,94599	0,00187	0,00051	766
767	0,97442	0,00192	0,00052	0,97023	0,00191	0,00052	0,96611	0,00190	0,00052	0,96192	0,00189	0,00051	0,95151	0,00187	0,00051	0,94187	0,00186	0,00051	767
768	0,97570	0,00192	0,00052	0,97151	0,00191	0,00052	0,96758	0,00190	0,00052	0,96319	0,00189	0,00051	0,95910	0,00189	0,00051	0,95585	0,00188	0,00051	768
769	0,97698	0,00192	0,00052	0,97279	0,00191	0,00052	0,96865	0,00190	0,00052	0,96446	0,00190	0,00052	0,96190	0,00191	0,00052	0,95607	0,00189	0,00051	769
770	0,97827	0,00192	0,00052	0,97406	0,00192	0,00052	0,96932	0,00191	0,00052	0,96573	0,00191	0,00052	0,96163	0,00190	0,00052	0,95733	0,00189	0,00052	770
771	0,97955	0,00193	0,00053	0,97534	0,00192	0,00052	0,97120	0,00191	0,00052	0,96700	0,00190	0,00052	0,96289	0,00189	0,00052	0,95859	0,00189	0,00052	771
772	0,98083	0,00193	0,00053	0,97662	0,00192	0,00052	0,97247	0,00191	0,00052	0,96827	0,00190	0,00052	0,96416	0,00190	0,00052	0,97048	0,00189	0,00052	772
773	0,98211	0,00193	0,00053	0,97790	0,00192	0,00052	0,97374	0,00191	0,00052	0,96954	0,00191	0,00052	0,96542	0,00190	0,00052	0,97151	0,00190	0,00052	773
774	0,98340	0,00193	0,00053	0,97918	0,00192	0,00052	0,97502	0,00192	0,00052	0,97081	0,00191	0,00052	0,96669	0,00190	0,00052	0,96237	0,00189	0,00052	774
775	0,98468	0,00194	0,00053	0,98046	0,00193	0,00053	0,97629	0,00192	0,00052	0,97208	0,00191	0,00052	0,96795	0,00191	0,00052	0,96363	0,00190	0,00052	775
776	0,98596	0,00194	0,00053	0,98174	0,00193	0,00053	0,97757	0,00192	0,00052	0,97335	0,00191	0,00052	0,96489	0,00191	0,00052	0,96152	0,00190	0,00052	776
777	0,98725	0,00194	0,00053	0,98301	0,00193	0,00053	0,97884	0,00192	0,00052	0,97446	0,00191	0,00052	0,96615	0,00190	0,00052	0,97441	0,00190	0,00052	777
778	0,98853	0,00194	0,00053	0,98429	0,00193	0,00053	0,98011	0,00194	0,00053	0,97588	0,00192	0,00052	0,97745	0,00191	0,00052	0,96867	0,00191	0,00052	778
779	0,98981	0,00195	0,00053	0,98557	0,00194	0,00053	0,98139	0,00193	0,00053	0,97745	0,00192	0,00052	0,97301	0,00191	0,00052	0,96237	0,00190	0,00052	779
780	0,99110	0,00195	0,00053	0,98685	0,00194	0,00053	0,98242	0,00192	0,00052	0,97842	0,00192	0,00052	0,96933	0,00191	0,00052	0,96867	0,00191	0,00052	780

b mm	13° C. CO <sub>2</sub> C	14° C. CO <sub>2</sub> C	15° C. CO <sub>2</sub> C	16° C. CO <sub>2</sub> C	17° C. CO <sub>2</sub> C	18° C. CO <sub>2</sub> C	b mm
736	0.91040	0.00179	0.00049	0.90629	0.00178	0.00048	0.89800
737	0.91166	0.00179	0.00049	0.90754	0.00178	0.00049	0.89924
738	0.91242	0.00180	0.00049	0.90879	0.00179	0.00049	0.89944
739	0.91417	0.00180	0.00049	0.91004	0.00179	0.00049	0.90048
740	0.91543	0.00180	0.00049	0.91129	0.00179	0.00049	0.90048
741	0.91658	0.00180	0.00049	0.91254	0.00179	0.00049	0.90048
742	0.91794	0.00181	0.00049	0.91380	0.00180	0.00049	0.90048
743	0.91920	0.00181	0.00049	0.91505	0.00180	0.00049	0.90048
744	0.92045	0.00181	0.00049	0.91630	0.00180	0.00049	0.90048
745	0.92171	0.00181	0.00049	0.91755	0.00180	0.00049	0.90048
746	0.92296	0.00182	0.00050	0.91881	0.00181	0.00049	0.90048
747	0.92422	0.00182	0.00050	0.92006	0.00181	0.00049	0.90048
748	0.92548	0.00182	0.00050	0.92131	0.00181	0.00049	0.90048
749	0.92673	0.00182	0.00050	0.92256	0.00181	0.00049	0.90048
750	0.92739	0.00183	0.00050	0.92381	0.00182	0.00050	0.90049
751	0.92924	0.00183	0.00050	0.92506	0.00182	0.00050	0.90049
752	0.93050	0.00183	0.00050	0.92631	0.00182	0.00050	0.90049
753	0.93176	0.00183	0.00050	0.92756	0.00182	0.00050	0.90049
754	0.93301	0.00184	0.00050	0.92881	0.00183	0.00050	0.90049
755	0.93427	0.00184	0.00050	0.93006	0.00183	0.00050	0.90049
756	0.93553	0.00184	0.00050	0.93132	0.00184	0.00050	0.90049
757	0.93678	0.00184	0.00050	0.93257	0.00183	0.00050	0.90049
758	0.93804	0.00185	0.00050	0.93382	0.00184	0.00050	0.90049
759	0.93929	0.00185	0.00050	0.93507	0.00184	0.00050	0.90049
760	0.94055	0.00185	0.00050	0.93632	0.00184	0.00050	0.90049
761	0.94180	0.00185	0.00050	0.93757	0.00184	0.00050	0.90049
762	0.94306	0.00186	0.00051	0.93883	0.00185	0.00050	0.90049
763	0.94432	0.00186	0.00051	0.94008	0.00185	0.00050	0.90049
764	0.94557	0.00186	0.00051	0.94133	0.00185	0.00050	0.90049
765	0.94683	0.00186	0.00051	0.94258	0.00186	0.00050	0.90049
766	0.94808	0.00187	0.00051	0.94384	0.00186	0.00051	0.90049
767	0.94934	0.00187	0.00051	0.94509	0.00186	0.00051	0.90049
768	0.95060	0.00187	0.00051	0.94634	0.00186	0.00051	0.90049
769	0.95185	0.00187	0.00051	0.94759	0.00186	0.00051	0.90049
770	0.95311	0.00188	0.00051	0.94884	0.00187	0.00051	0.90049
771	0.95436	0.00188	0.00051	0.95009	0.00187	0.00051	0.90049
772	0.95561	0.00188	0.00051	0.95135	0.00187	0.00051	0.90049
773	0.95687	0.00188	0.00051	0.95260	0.00187	0.00051	0.90049
774	0.95812	0.00189	0.00052	0.95385	0.00188	0.00051	0.90049
775	0.95938	0.00189	0.00052	0.95510	0.00188	0.00051	0.90049
776	0.96063	0.00189	0.00052	0.95636	0.00188	0.00051	0.90049
777	0.96189	0.00189	0.00052	0.96011	0.00189	0.00051	0.90049
778	0.96315	0.00190	0.00052	0.96136	0.00189	0.00051	0.90049
779	0.96440	0.00190	0.00052	0.96256	0.00189	0.00051	0.90049
780	0.96566	0.00190	0.00052	0.96382	0.00189	0.00051	0.90049

b	19° C. CO <sub>2</sub>	20° C. CO <sub>2</sub>	21° C. CO <sub>2</sub>	22° C. CO <sub>2</sub>	23° C. CO <sub>2</sub>	24° C. CO <sub>2</sub>										
min	c	c	c	c	c	c										
736	0,88481	0,00174	0,00047	0,88694	0,00173	0,00047	0,87664	0,00172	0,00047	0,86778	0,00171	0,00047	0,86327	0,00170	0,00046	0,736
737	0,88604	0,00174	0,00047	0,88216	0,00173	0,00047	0,87786	0,00173	0,00047	0,87351	0,00172	0,00047	0,86448	0,00171	0,00046	0,737
738	0,88727	0,00174	0,00047	0,88359	0,00174	0,00047	0,87909	0,00173	0,00047	0,87473	0,00172	0,00047	0,85569	0,00170	0,00046	0,738
739	0,88850	0,00175	0,00048	0,88462	0,00174	0,00047	0,88031	0,00173	0,00047	0,87596	0,00172	0,00047	0,86690	0,00170	0,00046	0,739
740	0,88973	0,00175	0,00048	0,88584	0,00174	0,00047	0,88153	0,00173	0,00047	0,87716	0,00172	0,00047	0,86811	0,00171	0,00047	0,740
741	0,89096	0,00175	0,00048	0,88707	0,00174	0,00047	0,88275	0,00174	0,00047	0,87838	0,00173	0,00047	0,87384	0,00172	0,00047	0,741
742	0,89219	0,00175	0,00048	0,88829	0,00175	0,00048	0,88398	0,00174	0,00047	0,87960	0,00173	0,00047	0,87505	0,00172	0,00047	0,742
743	0,89342	0,00176	0,00048	0,88932	0,00175	0,00048	0,88520	0,00174	0,00047	0,88081	0,00173	0,00047	0,87627	0,00172	0,00047	0,743
744	0,89465	0,00176	0,00048	0,89075	0,00175	0,00048	0,88642	0,00174	0,00047	0,88203	0,00173	0,00047	0,87748	0,00173	0,00047	0,744
745	0,89588	0,00176	0,00048	0,89197	0,00175	0,00048	0,88764	0,00175	0,00048	0,88325	0,00174	0,00047	0,87869	0,00173	0,00047	0,745
746	0,89711	0,00176	0,00048	0,89320	0,00176	0,00048	0,88886	0,00175	0,00048	0,88447	0,00174	0,00047	0,87991	0,00173	0,00047	0,746
747	0,89834	0,00177	0,00048	0,89442	0,00176	0,00048	0,89008	0,00175	0,00048	0,88568	0,00174	0,00047	0,88112	0,00173	0,00047	0,747
748	0,89957	0,00177	0,00048	0,89565	0,00176	0,00048	0,89131	0,00175	0,00048	0,88690	0,00174	0,00047	0,88233	0,00173	0,00047	0,748
749	0,90080	0,00177	0,00048	0,89688	0,00176	0,00048	0,89252	0,00175	0,00048	0,88812	0,00175	0,00048	0,88355	0,00174	0,00047	0,87900
750	0,90203	0,00177	0,00048	0,89810	0,00177	0,00048	0,89374	0,00176	0,00048	0,88934	0,00175	0,00048	0,88476	0,00174	0,00047	0,88021
751	0,90326	0,00178	0,00049	0,89933	0,00177	0,00048	0,89496	0,00176	0,00048	0,89056	0,00175	0,00048	0,88598	0,00174	0,00047	0,88442
752	0,90449	0,00178	0,00049	0,90055	0,00177	0,00048	0,89619	0,00176	0,00048	0,88648	0,00175	0,00048	0,88179	0,00174	0,00047	0,88262
753	0,90572	0,00178	0,00049	0,90178	0,00177	0,00048	0,89741	0,00176	0,00048	0,88291	0,00175	0,00048	0,88583	0,00174	0,00047	0,88779
754	0,90695	0,00178	0,00049	0,90301	0,00178	0,00049	0,89863	0,00177	0,00048	0,89421	0,00176	0,00048	0,88962	0,00175	0,00048	0,88799
755	0,90818	0,00179	0,00049	0,90423	0,00178	0,00049	0,89985	0,00177	0,00048	0,89543	0,00176	0,00048	0,89083	0,00175	0,00048	0,88825
756	0,90941	0,00179	0,00049	0,90549	0,00178	0,00049	0,90107	0,00177	0,00048	0,89665	0,00176	0,00048	0,89205	0,00175	0,00048	0,88746
757	0,91064	0,00179	0,00049	0,90668	0,00178	0,00049	0,90229	0,00177	0,00048	0,89786	0,00177	0,00048	0,88326	0,00176	0,00048	0,88867
758	0,91187	0,00179	0,00049	0,90792	0,00179	0,00049	0,90352	0,00178	0,00049	0,89908	0,00177	0,00048	0,89447	0,00176	0,00048	0,88588
759	0,91310	0,00180	0,00049	0,90915	0,00179	0,00049	0,90474	0,00178	0,00049	0,90030	0,00177	0,00048	0,89569	0,00176	0,00048	0,88909
760	0,91433	0,00180	0,00049	0,91037	0,00179	0,00049	0,90598	0,00178	0,00049	0,90151	0,00177	0,00048	0,89690	0,00176	0,00048	0,89230
761	0,91556	0,00180	0,00049	0,91160	0,00179	0,00049	0,90718	0,00178	0,00049	0,90273	0,00178	0,00049	0,89175	0,00176	0,00048	0,89751
762	0,91679	0,00180	0,00049	0,91282	0,00179	0,00049	0,90841	0,00179	0,00049	0,90395	0,00178	0,00049	0,89332	0,00177	0,00048	0,89471
763	0,91802	0,00181	0,00049	0,91405	0,00180	0,00049	0,90963	0,00179	0,00049	0,90516	0,00178	0,00049	0,90054	0,00177	0,00048	0,89593
764	0,91925	0,00181	0,00049	0,91528	0,00180	0,00049	0,91085	0,00179	0,00049	0,90638	0,00178	0,00049	0,90175	0,00177	0,00048	0,89714
765	0,92048	0,00181	0,00049	0,91650	0,00180	0,00049	0,91207	0,00179	0,00049	0,90782	0,00179	0,00049	0,90296	0,00178	0,00048	0,89764
766	0,92171	0,00182	0,00050	0,91773	0,00180	0,00049	0,91329	0,00180	0,00049	0,90882	0,00179	0,00049	0,90418	0,00178	0,00048	0,89651
767	0,92295	0,00182	0,00050	0,92057	0,00182	0,00049	0,91451	0,00181	0,00049	0,91003	0,00179	0,00049	0,90539	0,00178	0,00048	0,89077
768	0,92418	0,00182	0,00050	0,92140	0,00181	0,00049	0,91574	0,00180	0,00049	0,91125	0,00179	0,00049	0,90660	0,00178	0,00048	0,90198
769	0,92541	0,00182	0,00050	0,92262	0,00181	0,00049	0,91696	0,00180	0,00049	0,91247	0,00179	0,00049	0,90782	0,00179	0,00049	0,90219
770	0,92664	0,00183	0,00050	0,92385	0,00182	0,00049	0,91818	0,00181	0,00049	0,91369	0,00180	0,00049	0,90903	0,00179	0,00049	0,90440
771	0,92787	0,00182	0,00050	0,92507	0,00182	0,00049	0,91940	0,00181	0,00049	0,91491	0,00180	0,00049	0,91025	0,00179	0,00049	0,90447
772	0,92910	0,00183	0,00050	0,92630	0,00182	0,00049	0,92063	0,00181	0,00049	0,91613	0,00180	0,00049	0,91121	0,00179	0,00049	0,90561
773	0,93033	0,00183	0,00050	0,92753	0,00182	0,00049	0,92185	0,00181	0,00049	0,91734	0,00180	0,00049	0,91626	0,00179	0,00049	0,90680
774	0,93156	0,00183	0,00050	0,92875	0,00182	0,00049	0,92307	0,00181	0,00049	0,91856	0,00181	0,00049	0,91389	0,00180	0,00049	0,90802
775	0,93279	0,00183	0,00050	0,93047	0,00182	0,00049	0,92429	0,00181	0,00049	0,91978	0,00180	0,00049	0,91044	0,00179	0,00049	0,90447
776	0,93302	0,00184	0,00050	0,93235	0,00182	0,00049	0,92561	0,00182	0,00049	0,92100	0,00180	0,00049	0,91632	0,00179	0,00049	0,90449
777	0,93325	0,00184	0,00050	0,93318	0,00183	0,00049	0,92673	0,00182	0,00049	0,92221	0,00181	0,00049	0,91753	0,00179	0,00049	0,90449
778	0,93448	0,00184	0,00050	0,93432	0,00183	0,00049	0,92796	0,00182	0,00049	0,92343	0,00181	0,00049	0,91874	0,00180	0,00049	0,90449
779	0,93571	0,00184	0,00050	0,93535	0,00183	0,00049	0,92918	0,00183	0,00049	0,92465	0,00182	0,00049	0,91996	0,00181	0,00049	0,91628
780	0,93694	0,00185	0,00050	0,93647	0,00184	0,00049	0,93040	0,00183	0,00049	0,93050	0,00182	0,00049	0,91817	0,00181	0,00049	0,91649

b mm	25° C. CO <sub>2</sub>	26° C. CO <sub>2</sub>	27° C. CO <sub>2</sub>	28° C. CO <sub>2</sub>	29° C. CO <sub>2</sub>	30° C. CO <sub>2</sub>	c mm		
736 0,85884 0,00169 0,00046 0,85412 0,00168 0,00046 0,84473 0,00165 0,00045 0,83506 0,00164 0,00045 736	737 0,86005 0,00169 0,00046 0,85332 0,00168 0,00046 0,84593 0,00166 0,00045 0,83625 0,00164 0,00045 737	738 0,86125 0,00169 0,00046 0,85652 0,00168 0,00046 0,84712 0,00167 0,00045 0,83743 0,00165 0,00045 738	739 0,86246 0,00170 0,00046 0,85773 0,00169 0,00046 0,84831 0,00167 0,00046 0,83862 0,00165 0,00045 739	740 0,86366 0,00170 0,00046 0,85893 0,00169 0,00046 0,84950 0,00167 0,00046 0,83982 0,00165 0,00045 740	741 0,86487 0,00170 0,00046 0,86013 0,00169 0,00046 0,85047 0,00168 0,00046 0,84099 0,00165 0,00045 741	742 0,86607 0,00170 0,00046 0,86133 0,00169 0,00046 0,85067 0,00168 0,00046 0,84118 0,00166 0,00045 742	743 0,86728 0,00171 0,00047 0,86253 0,00170 0,00046 0,85086 0,00168 0,00046 0,84228 0,00166 0,00045 743		
744 0,86849 0,00171 0,00047 0,86373 0,00170 0,00046 0,85096 0,00169 0,00046 0,84345 0,00167 0,00046 744	745 0,86970 0,00171 0,00047 0,86494 0,00170 0,00046 0,85107 0,00169 0,00046 0,84574 0,00166 0,00046 745	746 0,87090 0,00171 0,00047 0,86614 0,00170 0,00046 0,85145 0,00169 0,00046 0,84692 0,00167 0,00046 746	747 0,87211 0,00171 0,00047 0,86734 0,00171 0,00047 0,85266 0,00170 0,00046 0,84811 0,00167 0,00046 747	748 0,87331 0,00172 0,00047 0,86854 0,00171 0,00047 0,86386 0,00170 0,00046 0,84929 0,00167 0,00046 748	749 0,87452 0,00172 0,00047 0,86975 0,00171 0,00047 0,86505 0,00170 0,00046 0,85445 0,00167 0,00046 749	750 0,87572 0,00172 0,00047 0,87095 0,00171 0,00047 0,86625 0,00170 0,00046 0,85661 0,00168 0,00046 750	751 0,87693 0,00172 0,00047 0,87215 0,00171 0,00047 0,86745 0,00170 0,00047 0,86264 0,00169 0,00046 751	752 0,87813 0,00173 0,00047 0,87335 0,00172 0,00047 0,86865 0,00171 0,00047 0,86383 0,00170 0,00046 752	
753 0,87934 0,00173 0,00047 0,87455 0,00172 0,00047 0,86984 0,00171 0,00047 0,86502 0,00170 0,00046 0,85522 0,00168 0,00046 753	754 0,88054 0,00173 0,00047 0,87575 0,00171 0,00047 0,86505 0,00170 0,00046 0,85541 0,00168 0,00046 754	755 0,88175 0,00173 0,00047 0,87695 0,00171 0,00047 0,86625 0,00170 0,00046 0,85661 0,00168 0,00046 755	756 0,88295 0,00174 0,00047 0,87815 0,00173 0,00047 0,86743 0,00172 0,00047 0,86375 0,00170 0,00046 756	757 0,88416 0,00174 0,00047 0,87935 0,00173 0,00047 0,86862 0,00172 0,00047 0,86980 0,00171 0,00046 757	758 0,88536 0,00174 0,00047 0,88055 0,00173 0,00047 0,87583 0,00172 0,00047 0,86502 0,00170 0,00046 0,86114 0,00169 0,00046 758	759 0,88657 0,00174 0,00047 0,88176 0,00173 0,00047 0,87104 0,00171 0,00047 0,86622 0,00170 0,00046 0,86233 0,00169 0,00046 759	760 0,88777 0,00175 0,00048 0,88296 0,00174 0,00048 0,87224 0,00172 0,00047 0,86741 0,00171 0,00047 0,86759 0,00169 0,00046 760	761 0,88898 0,00175 0,00048 0,88416 0,00174 0,00048 0,87344 0,00172 0,00047 0,86850 0,00171 0,00047 0,86877 0,00169 0,00046 761	762 0,89018 0,00175 0,00048 0,88536 0,00174 0,00048 0,87463 0,00172 0,00047 0,86969 0,00171 0,00047 0,86947 0,00170 0,00046 762
763 0,89139 0,00175 0,00048 0,88656 0,00174 0,00048 0,87583 0,00173 0,00047 0,86502 0,00170 0,00046 0,86114 0,00169 0,00046 763	764 0,89260 0,00175 0,00048 0,88776 0,00175 0,00048 0,87702 0,00172 0,00047 0,86613 0,00170 0,00046 0,86233 0,00171 0,00046 764	765 0,89381 0,00176 0,00048 0,88896 0,00175 0,00048 0,87822 0,00173 0,00047 0,86738 0,00172 0,00046 0,86351 0,00171 0,00046 765	766 0,89501 0,00176 0,00048 0,89016 0,00175 0,00048 0,88041 0,00174 0,00047 0,88053 0,00173 0,00047 0,86470 0,00171 0,00046 766	767 0,89621 0,00176 0,00048 0,89136 0,00175 0,00048 0,88160 0,00174 0,00047 0,87576 0,00172 0,00046 0,86596 0,00170 0,00046 767	768 0,89741 0,00176 0,00048 0,89256 0,00175 0,00048 0,88279 0,00175 0,00047 0,87693 0,00172 0,00046 0,86789 0,00170 0,00046 768	769 0,89862 0,00177 0,00048 0,89377 0,00176 0,00048 0,88399 0,00175 0,00048 0,88411 0,00174 0,00047 0,86826 0,00171 0,00047 769	770 0,89982 0,00177 0,00048 0,89497 0,00176 0,00048 0,89019 0,00175 0,00048 0,88530 0,00174 0,00047 0,86945 0,00171 0,00047 770	771 0,90103 0,00177 0,00048 0,89617 0,00176 0,00048 0,89139 0,00175 0,00048 0,88650 0,00174 0,00047 0,87537 0,00172 0,00047 771	772 0,90223 0,00177 0,00048 0,89737 0,00176 0,00048 0,89259 0,00176 0,00048 0,88769 0,00175 0,00048 0,87656 0,00172 0,00047 772
773 0,90344 0,00178 0,00049 0,89857 0,00177 0,00048 0,89301 0,00174 0,00047 0,87815 0,00173 0,00047 0,87326 0,00172 0,00047 773	774 0,90465 0,00178 0,00049 0,89977 0,00177 0,00048 0,89495 0,00176 0,00048 0,88244 0,00174 0,00047 0,87419 0,00173 0,00047 774	775 0,90586 0,00178 0,00049 0,90098 0,00177 0,00048 0,89618 0,00176 0,00048 0,88635 0,00174 0,00047 0,87537 0,00172 0,00047 775	776 0,90706 0,00178 0,00049 0,90218 0,00177 0,00048 0,89738 0,00176 0,00048 0,88754 0,00175 0,00048 0,88248 0,00174 0,00047 776	777 0,90827 0,00178 0,00049 0,90338 0,00178 0,00049 0,89855 0,00177 0,00048 0,88873 0,00175 0,00048 0,88367 0,00173 0,00047 777	778 0,90947 0,00179 0,00049 0,90458 0,00178 0,00049 0,89978 0,00177 0,00048 0,88992 0,00176 0,00048 0,88485 0,00174 0,00047 778	779 0,91068 0,00179 0,00049 0,90579 0,00178 0,00049 0,90097 0,00177 0,00048 0,89065 0,00176 0,00048 0,88604 0,00174 0,00047 779	780 0,91188 0,00179 0,00049 0,90699 0,00178 0,00049 0,90217 0,00177 0,00048 0,89229 0,00176 0,00048 0,88872 0,00174 0,00047 780		

wenn auch nicht schwierige, so doch immerhin zeitraubende Berechnung zu umgehen, meinen derzeitigen Assistenten Herrn W. Hofmeister veranlasst, die nebenstehende Tabelle auszuarbeiten. Dieselbe gibt direct die Factoren an, mit denen die bei einer beliebigen Temperatur und Barometerstand gefundenen Cubikcentimeter Kohlensäure zu multipliciren sind, um sofort I. das Gas bei Normaltemperatur und Druck ( $0^{\circ}$  C. und 760 B.), II. das Gewicht der Kohlensäure oder III. das Gewicht des Kohlenstoffs in Grammen zu erhalten. Die Anwendung der Tabelle ist eine höchst einfache. In der oberen Horizontalreihe befinden sich die Temperaturen von  $7,0$  bis  $30,0^{\circ}$  C. und in der ersten und letzten Verticalreihe die Barometerdrücke von 736 mm bis 780 mm verzeichnet. In jeder ersten Zwischencolumnne finden wir ferner die Factoren, welche zur Berechnung des Gases auf Normalzustand ( $0^{\circ}$  und 760 mm), in der zweiten die Factoren, welche zur Berechnung des Gewichts der Kohlensäure und in der dritten diejenigen, welche zur Berechnung des entsprechenden Gewichts des Kohlenstoffs in Grammen dienen, verzeichnet.

Es seien z. B. bei der Untersuchung eines kohlensauren Kalks 0,25 g verwendet worden und darin 45,3 cc Kohlensäure bei  $18,0^{\circ}$  und 768 mm B. gefunden, so suchen wir in der Horizontalreihe der Tabelle  $18,0^{\circ}$  und in der Verticalreihe die Zahl 768 mm und finden dann im Kreuzungspunkt dieser beiden Reihen die Factoren: 0,92913, zur Umrechnung des Gases auf Normaldruck und Temperatur, 0,00183 zur Berechnung der Kohlensäure und 0,00050 zur Berechnung des Kohlenstoffs in Gramm. Wir erhalten also:

$45,3 \cdot 0,92913 = 42,09$  cc  $\text{CO}_2$  bei 760 mm B. und  $0,0^{\circ}$  C.  
 $45,3 \cdot 0,00183 = 0,0829$  g  $\text{CO}_2$ , oder da 0,25 g Substanz verwendet wurden, 33,16 Proc.  $\text{CO}_2$   
 $45,3 \cdot 0,00050 = 0,02265$  g C, oder da 0,25 g Substanz verwendet wurden, 9,06 Proc. C.

Bei einem anderu Versuch seien 2,0 g Stahl verwendet worden und darin 21,4 cc Kohlensäure bei  $14,0^{\circ}$  und 748 mm B. gefunden. Wir finden jetzt in der Tabelle an der Kreuzungsstelle die Factoren 0,92131, 0,00181 und 0,00049 und erhalten damit durch Umrechnung

$21,4 \cdot 0,92131 = 19,72$  cc  $\text{CO}_2$  bei 760 mm B. und  $0,0^{\circ}$  C.  
 $21,4 \cdot 0,00181 = 0,0387$  g  $\text{CO}_2$ , oder, da 2,0 g Stahl verwendet wurden = 1,94 Proc.  $\text{CO}_2$   
 $21,4 \cdot 0,00049 = 0,0105$  g C, oder, da 2,0 g Stahl verwendet wurden = 0,524 Proc. C.

In den meisten Fällen dürfte hier eine Reduction des gefundenen Kohlensäurevolums auf den Normalzustand wohl überflüssig sein und auch stets eine Umrechnung entweder auf Gewichtsprocente Kohlensäure oder Kohlenstoff genügen. Die Tabelle hat mir bei zahlreichen Untersuchungen gute Dienste geleistet, und ich glaube daher mit

der Veröffentlichung derselben nicht zurückhalten zu sollen.

Als Absperrflüssigkeit ist bei gasometrischen Untersuchungen natürlich Quecksilber allen anderen vorzuziehen, doch gibt auch Wasser, wenn es vorher mit stark kohlensäurehaltiger Luft einige Mal geschüttelt wurde, beim raschen Arbeiten recht befriedigende Resultate. Noch bessere und sichere Ergebnisse habe ich jedoch mit concentrirten Lösungen von Kochsalz oder schwefelsaurem Natron erhalten, die mit stark kohlensäurehaltiger Luft mehrfach geschüttelt waren. Ich verwende dieselben z. B. stets zur Füllung der Gassammelpipette. Es ist zu empfehlen, die Flüssigkeit in der Bürette bei jeder Analyse zu erneuern, da während der Operationen leicht Spuren der Absorptionslösungen aus den Pipetten in das Messrohr übergeführt werden und hier bei einer Wiederholung der Absorption wohl von schädlichen Folgen sein können.

Schliesslich will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass die Apparate Fig. 221 bis 226 von der Firma Fritz Fischer und Röwer in Stützerbach i. Th. und Fig. 227 von C. Gerhardt in Bonn zu meiner Zufriedenheit angefertigt wurden.

Osnabrück, im November 1889.

### Wasser und Eis.

Für Wasseranalysen empfiehlt eine Commission von Prof. Dewar, E. Frankland, P. F. Frankland, Odling und Crookes (Chem. N. 60 S. 203) die Mengen der Bestandtheile statt in „grain-gallon“ künftig in mg im Liter oder Th. in 100 000 Th. anzugeben. Bei Untersuchung von Wasser für häusliche Zwecke (vgl. S. 505 d. Z.) soll bestimmt werden:

Ges. feste Stoffe	{	suspendirt
		gelöst
Organischer Kohlenstoff		
-	Stickstoff	
Sauerstoffverbrauch mit Permanganat		
Ammoniak d. Kochen mit Soda		mit alkal. Permanganat
-	-	
Stickstoff als Nitrate und Nitrite		
Chlor		
Härte	{	veränderl.
		bleibende
		gesammte

### Brennstoffe, Feuerungen.

Die gegenwärtige Lage und die Aussichten der kaukasischen Erdöl-industrie werden in einem Schreiben von Prof. Mendeleff (J. Ch. Ind. 1889 S. 753)