XXXVIII.

Beiträge zur Analyse brennbarer Gase, insbesondere
des Leuchtgases.

von

Dr. Carl Otto Grass,

Assistenten am 1. Universitätslaboratorium zu Leipzig.

(Nebst einer Steindrucktafel.)

Die Prüfung des Leuchtgases in Bezug auf sein Vermögen beim Verbrennen Licht zu entwickeln, wird bekanntlich nach sehr verschiedenen Methoden vorgenommen. Was zunächst die directen photometrischen Messungen anlangt, so ist bekannt, an welchen Unvollkommenheiten sie leiden. Der Umstand besonders, dass die Beschaffenheit des Brenners von grösstem Einfluss auf die Lichtentwicklung beim Brennen des Gases ist, macht die Beurtheilung eines Gases nach photometrischen Bestimmungen sehr unsicher. Die photometrischen Versuche können also nur den Leuchtwert eines Gases unter bestimmten Umständen geben, durchaus nicht den absoluten Werth desselben d. h. das Lichtentwickelungsvermögen unter den günstigsten Umständen (vergl. dieses Journ. 80, 241 und 83, 337).

Auf indirectem Wege sucht man den Werth eines Gases aus dem specifischen Gewicht desselben zu bestimmen. Da die Leuchtkraft des Gases vorzüglich durch die schweren Kohlenwasserstoffe erhöht wird, so nimmt man an, dass die schweren Leuchtgase auch die besseren sind; indessen kann ein höheres specifisches Gewicht auch durch zufällige Verunreinigungen wie Stickstoff oder Luft bedingt sein.

Eine andere sehr einfache Methode ist die Untersuchung des Gases im Erdmann'schen Gasprüfer. Sie gründet sich darauf, dass verschieden stark leuchtende Gasflammen von gleichem Consum zu ihrer Entleuchtung (Vernichtung des Leuchtvermögens) ungleiche Luftmengen nöthig haben. Letztere werden mit dem Apparat bestimmt und in ihnen hat man ein ziemlich sicheres Maass für die Leuchtkraft des Gases.

Den sichersten Aufschluss über den Werth der Gase giebt

natürlich die Analyse. Die von Bunsen auf einen so hohen Grad der Vervollkommnung gebrachten eudiometrischen Methoden sind, selbst wenn nur kleine Gasmengen zu Gebote stehen, ein vorzügliches Mittel zur Gasuntersuchung. Für die technische Praxis indessen, z. B. bei der Analyse des Leuchtgases, können sie nicht wohl angewendet werden, da ihre Ausführung einen complicirten Apparat erfordert und die zahlreichen dabei vorkommenden Operationen, welche in Rücksicht auf die kleinen zur Analyse verwendeten Gasmengen die grösste Genauigkeit fordern, nur von einem geübten Analytiker mit Sicherheit ausgeführt werden können.

Früher nahm man allgemein an, dass der Werth eines Leuchtgases nur durch den Gehalt an Elaylgas bedingt sei. Die Arbeiten von Pitschke, Blochmann und Frankland haben aber gelehrt, dass man bei der Beurtheilung des Leuchtvermögens eines Gases auch den Gehalt an anderen schweren Kohlenwasserstoffen berücksichtigen müsse, deren Qualität sich allerdings nur schwierig bestimmen lässt.

In den schweren Kohlenwasserstoffen des Leuchtgases sind aufgefunden worden ausser Elaylgas, die damit polymeren Kohlenwasserstoffe Trityl, sowie Ditetryl und ihre höheren Homologen, ferner Acetylen und Dämpfe des diesem homologen Benzol. Endlich ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass auch die Dämpfe der dem Benzol homologen flüssigen Kohlenwasserstoffe, Toluol, Cumol, Cymol und die von Propyl, Butyl, Amyl und Caproyl neben den Dämpfen von Naphthalin und ähnlichen festen Kohlenwasserstoffen in dem Leuchtgase vorhanden sind; ja man muss sich sogar sagen, dass sämmtliche in dem Theer enthaltenen flüchtigen Substanzen auch im Leuchtgase vorhanden sein müssen.

Hieraus folgt, dass um den Werth dieser der Qualität nach uns zum grossen Theil unbekannten schweren Kohlenwasserstoffe annähernd kennen zu lernen, uns kein anderes Mittel übrig bleibt, als die Totalmenge des Wasserstoffs und Kohlenstoffs der schweren Kohlenwasserstoffe zu bestimmen, denn die nach Bunsen's Verfahren aus den Contractionsverhältnissen berechneten Mengen von Elayl und Ditetryl, gelten

bloss bei der Annahme, dass kein anderer aus der Reihe der schweren Kohlenwasserstoffe im Gase vorhanden sei; die Entdeckung des Acetylen schon machte eine Erweiterung der hierzu angewendeten Formeln nöthig *); wenn aber Dämpfe der verschiedensten schweren Kohlenwasserstoffe im Leuchtgase vorkommen, ist es unmöglich, aus den Contractionsverhältnissen die Quantitäten der einzelnen Gemengtheile mit Sicherheit zu ermitteln.

In Nachstehendem will ich einen neuen von meinem Lehrer Herrn Prof. Erdmann angegebenen und von ihm seit längerer Zeit zur Analyse des Leuchtgases gebrauchten Apparat mit dessen Genehmigung beschreiben und eine Reihe von Versuchen mittheilen, welche ich mit demselben ausgeführt habe. Die erhaltenen Resultate zeigen den Grad der Genauigkeit, mit welcher die neue Methode die Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs sowohl im Leuchtgase als auch in den darin enthaltenen schweren Kohlenwasserstoffen auszuführen gestattet. Die Methode ist überall da anwendbar, wo grössere Mengen eines brennbaren Gases zu Gebote stehen.

Das Verfahren selbst ist sehr einfach und kann von Jedermann, der mit chemischen Operationen einigermaßen vertraut ist, in kurzer Zeit eingeübt werden. Das Wesentliche der Methode besteht darin, dass das von einem etwaigen Gehalte an Kohlensäure befreite Gas, welches aus einem Gasometer ausströmt, durch Einführung von Sauerstoff in die Flamme desselben verbraunt und die beim Verbrennen gebildeten Mengen von Kohlensäure und Wasser, aufgesammelt und gewogen werden. Die Methode hat den Vorzug vor dem eudiometrischen Verfahren, dass man beliebig grosse Quantitäten von Gas abmessen und verbrennen kann, wodurch natürlich die Fehlerquellen bedeutend verringert werden.

Die Verbrennung des Gases geschieht mittelst eines kleinen Daniell'schen Hahnes (auf beifolgender Tafel, Figur II, in natürlicher Grösse abgebildet). Aus der inneren Röhre *a*, deren Mündung bei *c* etwa die Dicke einer dünnen Stecknadel

*) *Bacaloglo*, dies. Journ. 81, 69.

hat, lässt man das brennbare Gas ausströmen, durch das äussere Rohr *b* wird getrocknetes kohlenstoffsaurefreies Sauerstoffgas zugeleitet. Damit die Gase an der Mündung des Hahnes möglichst innig sich mischen, ist über die Röhre eine Messingkappe *d* geschraubt, die in der Mitte eine Durchbohrung hat bis zu der die innere Röhre nahezu reicht.

Die Verbrennung wird in einem birnenförmigen Glasgefässe, von etwa 400 C.C. Inhalt, vorgenommen (Fig. III, in etwa $\frac{2}{5}$ natürlicher Grösse). An dem dicken Ende desselben ist ein Tubulus angebracht, an den mittelst eines Kittes, der einige Hitze verträgt, die Messingfassung *a* befestigt ist. Durch diese wird der Daniell'sche Hahn in das Glasgefäss bis zu der Stelle eingeführt, wo die Mündung desselben am gleichmässigsten von den Glaswänden entfernt ist. An dem Hahne ist dieser Entfernung entsprechend eine Platte *e* mit Messingstopfen *g* angelöthet, die durch eine übergreifende Schraube luftdicht auf die Messingfassung *a* des Glasgefässes aufgedrückt wird. Das spitze Ende des Glasgefässes ist in eine kurze Glasröhre *b* ausgezogen, die mit einer Messingfassung versehen ist. An diese lässt sich ebenfalls durch eine kleine übergreifende Schraube *c* ein kurzes, am besten stumpfwinklig gebogenes und mit einer entsprechenden Messingfassung versehenes Glasröhrchen *d*, luftdicht anschrauben, wie solches in der Figur angedeutet ist. Alle Messingfassungen am Apparat sind gut auf einander geschliffen; bei der kleinen fist es nothwendig noch eine dünne Bleiplatte oder besser ein Kautschuckplättchen zur Dichtung einzuschalten.

Der grösste Theil des beim Verbrennen sich bildenden Wassers wird in einem Apparate aufgesammelt, ähnlich dem von Erdmann und Marchand bei der Atomgewichtsbestimmung des Quecksilbers angewendeten. Der röhrenförmige Theil dieses Apparats wird mit Bimsteinstücken locker angefüllt (Fig. Ia). Aus der Abbildung, in welcher alle unwesentlichen Theile weggelassen sind, ist übrigens die Anordnung des ganzen Apparats zu ersehen.

An diese Vorlage wird durch ein Kautschuckröhrchen das Chlorcalciumrohr *c* angefügt, welches zur Aufnahme des in Dampfform verbliebenen Wassers dient.

Die Kohlensäure wird in zwei Liebig'schen Kaliapparaten (in der Zeichnung ist nur ein solcher angedeutet, Fig. d) aufgesammelt, und um jede Spur von Kohlensäure und den vom Gasstrome fortgeführten Wasserdampf zurückzuhalten, sind an diese hintereinander zwei mit Aetzkalistücken gefüllte U-förmige Röhren (von welchen nur die eine ϵ in der Zeichnung angegeben ist) durch Gummischlauch befestigt.

Zum Abmessen des Gases dient eines der von Erdmann bei der Leuchtgasprüfung benutzten Gasometer (dies. Journ. 81, 177) (Figur A). Es besteht aus einer cylinderförmigen Glocke α aus dünnem Zinkblech, von etwa 43 Cm. Höhe und 19 Cm. Durchmesser und fasst demnach etwa 12 Liter Gas. In der Axe dieser Glocke ist eine Röhre befestigt, welche durch den ganzen Cylinder reicht, die am oberen Ende β einen horizontal gespannten dünnen Draht trägt, der zum Ablesen des Standes des Gasometers dient. In dieser Röhre ist letzteres über einem Maassstabe γ , der vertikal im Gasometerbassin befestigt ist, mit nur geringer Reibung verschiebbar. Der Gasbehälter kann überdiess durch ein Gegengewicht balancirt werden. Um dem eingeschlossenen Gas möglichst wenig Berührungsfläche mit der Sperrflüssigkeit zu geben, ist in dem Bassin ein Theil des Wassers durch einen in der Mitte stehenden oben geschlossenen Zinkcylinder ersetzt, durch welchen die Gaszuleitungs- und Ableitungsröhren münden, und der in der Mitte eine Durchbohrung hat, in welcher der Maassstab γ vertikal auf der Basis des Bassins, umgeben von Flüssigkeit, steht. Um den Druck jederzeit messen zu können, ist auf dem Gasbehälter ein Manometer angebracht.

Das Gasometer gestattet ein gleichmässiges Ausströmen unter ziemlich constantem Drucke, da sich bei der Dünne des Blechs das Gewicht des Gasbehälters während des Niedersinkens nur wenig ändert. Diesen Fehler kann man überdiess durch aufgelegte Blechstreifen leicht aufheben. Die Füllung des Gasometers geschieht sehr leicht, indem man das Gas durch die Zuleitungsröhre δ in die durch das Gegengewicht balancirte Glocke treten lässt. Um sicher zu sein, dass alle Luft aus den Röhren entfernt ist und um das Wasser mit dem Gase zu sättigen, lässt man letzteres einige Zeit

durch das Gasometer strömen, wobei man den Hahn der Ableitungsröhre bei *e* öffnet.

Damit das Flämmchen innerhalb des Glasgefässes fortbrenne, wird mit dem letzten Kalirohr ein Aspirator B verbunden. Hierzu hat sich ein Aspirator nach Arendt*) vorzüglich bewährt.

Um einen Ueberblick über die bei einer solchen Verbrennungsanalyse vorkommenden Operationen zu geben, will ich dieselben wie sie auf einander folgen, hier anführen.

Zuerst füllt man das Gasometer, unter Berücksichtigung der oben angeführten Vorsichtsmaassregeln, mit dem zu untersuchenden Gase. An die Gasableitungsröhre fügt man mittelst eines Kautschuckschlauchs ein U-förmiges mit Kalistücken gefülltes Rohr *f*, das zum Trocknen des Gases und zur Aufnahme etwa vorhandener Kohlensäure dient. Dieses wird mit dem Ende der innern Röhre des Daniell'schen Hahnes *a* durch einen etwas längeren Gummischlauch *g* verbunden, während durch die äussere Röhre *b* des Hahnes, ebenfalls mittelst eines längeren Stückes Gummischlauch *h*, Sauerstoff zugeführt wird, dersich in einem gewöhnlichen Pepys'schen Gasometer befindet und durch Kali und Chlorcalcium von dem Wasserdampfe und zufällig beigemengter Kohlensäure befreit wird. Die längeren Gummischläuche *g* und *h* haben zum Zweck, dem Daniell'schen Hahn eine freiere Bewegung zu gestatten.

Das birnenförmige Glasgefäss, welches man in einem der Form desselben angepassten Sandbade *i* schief gelegt hat, um dem entstehenden Wasser besser Abfluss zu gestatten, wird jetzt mittelst eines kleinen Gasflämmchens *k* erhitzt, jedoch nur so stark, dass sich an den Wänden kein Wasser absetzen kann.

Mittlerweile wägt man die zur Aufsammlung des Wassers und der Kohlensäure bestimmten Apparate. Die zur Aufnahme der Hauptmasse des Wassers bestimmte Vorlage *n* wird sammt dem kurzen, mit Messingfassung versehenen, Röhrenstück *d*, welches man durch einen Gummischlauch mit

*) Chem. Centralblatt 1864, p. 984.

dem Apparat verbunden hat, gewogen. Dieser wird dann durch die übergreifende Schraube *c* mit dem Glasgefäss luftdicht verbunden und hieran die übrigen Apparate, in der Folge wie die Zeichnung angiebt, durch Kautschuckröhren befestigt. Die Liebig'schen Kaliapparate werden, um den nicht verbrennlichen Gasen leichter Durchgang zu gestatten, schief gelegt. Bei allen später angeführten Versuchen hatte ich der Sicherheit halber hinter dem ersten Chlorcalciumrohr *c* noch ein zweites angelegt, dessen Gewicht, ebenso wie das einer zweiten hinter *c* angelegten Kaliröhre, vor und nach dem Versuche constant sein musste.

Nach diesen Vorbereitungen schreitet man zur Verbrennung, nachdem Temperatur und Barometerstand notirt sind.

Man lässt nun das brennbare Gas aus dem Daniell'schen Hahne ausströmen und entzündet es. Ueber die Grösse des Flämmchens, die wesentlich zum Gelingen des Versuchs beiträgt, lassen sich keine allgemeinen Vorschriften geben. Ist die Flamme bei Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltenden Gasen zu gross, so können natürlich die Absorptionsapparate die Verbrennungsproducte nicht schnell genug aufnehmen und man erhält Verluste. Die Liebig'schen Kaliapparate erhitzen sich stark und die Folge ist, dass unnöthig viel Wasserdampf aus der Kalilauge in die mit festem Kali gefüllten Röhren übergerissen wird. Andererseits bei einem zu kleinen Flämmchen muss man befürchten, dass es bei ganz schwachen zufälligen Druckänderungen, wie solche bei Anwendung des Liebig'schen Kaliapparats nicht zu vermeiden sind, verlöscht.

Bei meinen Versuchen mit Leuchtgas habe ich das Flämmchen so regulirt, dass es vor dem Zulassen von Sauerstoff etwa 1 Cm. Länge hatte, jedoch ist es bei Verbrennung kohlenstoff- und wasserstoffreicher Gase vortheilhaft, eine noch kleinere Flamme anzuwenden. Die Erfahrung lehrt hier am besten das Richtige treffen und schon nach einigen Versuchen ist man mit der Regulirung der Flamme vollständig vertraut.

Hat man die Flammengrösse regulirt, so lässt man reinen Sauerstoff durch die andere Röhre des Daniell'schen Hahnes Zutreten. Die Flamme verändert sofort ihre Farbe und An-

sehen, sie verkleinert sich beträchtlich und wird schärfer begrenzt. Bei genügendem Sauerstoffzutritt zeigt sie einen scharfbegrenzten Kern, der heller blau gefärbt ist als der Flammenmantel und welcher sich je nach der zugeführten Sauerstoffmenge ändert.

Man lässt nun den Aspirator in Wirkung treten und einen Luftstrom durch die Apparate saugen. Dann bringt man den Daniell'schen Hahn rasch in das Glasgefäss, während man gleichzeitig den Stand des Gasometers abliest und stellt den Verschluss durch die Messingschraube *f* her.

Das Flämmchen brennt nun in einer Sauerstoffatmosphäre ruhig fort und darf seine Länge und Farbe nicht wesentlich verändern. Wird es länger und weniger scharf begrenzt, so ist diess ein Zeichen, dass der Aspirator zu heftig saugt; ein Kleinerwerden deutet darauf hin, dass die Verbrennungsproducte und der überschüssige Sauerstoff nicht schnell genug weggeführt werden.

Nach einigen Versuchen kommt man dahin, dass nach der ersten Einstellung man weder die Hähne des Gasometer noch des Aspirators während des Versuchs zu verstellen braucht, und dass das Flämmchen ruhig in seiner Atmosphäre brennt. Ist diess der Fall, so kann man sicher sein, dass das Gas vollständig verbrennt, da bei Sauerstoffmangel die Flamme sofort unruhig wird und ein fahles mattes Ansehen zeigt. Sie ist dann mit der Flamme eines zurückgeschlagenen Gasbrenners zu vergleichen, hat auch ein ganz ähnliches Ansehen.

Sollte sich während des Versuchs Wasser in dem Glasgefässe absetzen, was besonders leicht an der Messingfassung des Daniell'schen Hahnes geschieht, so braucht man nur die betreffenden Stellen etwas stärker zu erwärmen.

Nachdem man ein grösseres Volumen des Gases, je nach dem Gehalte an Kohlenstoff und Wasserstoff, verbrannt hat, schliesst man die Gaszuleitungsröhre bei *e* und lässt zur Verdrängung des Sauerstoffs trockne Luft mittelst einer durch einen Quetschhahn verschliessbaren seitlichen Abzweigung, durch die Röhre *h* in die Apparate treten. Dieses Durchleiten muss einige Zeit fortgesetzt werden, um aus dem Glasgefässe Kohlensäure, Wasserdampf und Sauerstoffgas voll-

ständig zu entfernen, und zwar so lange, bis das letzte Kalibrohr Nichts mehr an Gewicht verliert.

Man liest jetzt den Stand des Gasometers wieder ab und hat in der Differenz dieser und der früheren Ablesung die Menge des verbrauchten Gases.

Die während der Verbrennung warm gewordenen Apparate wägt man nach dem Erkalten und hat in der Gewichtszunahme derselben den Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt des verbrauchten Gases in Form von Wasser und Kohlensäure.

Ich habe bei einem Versuche bis zu 3 Grm. Wasser und ebensoviel Kohlensäure erhalten. Es ist klar, dass bei solchen Quantitäten sich die Fehlerquellen sehr verringern und die Resultate sehr genau ausfallen müssen.

Das beim Verbrennen von Leuchtgas erhaltene Wasser zeigte sich öfters, wenn auch nur sehr schwach, sauer, so dass die Reaction nur bei Anwendung von sehr empfindlichem Lakmuspapier wahrgenommen wurde. Es rührt diess von einer Spur Salpetersäure her, die wahrscheinlich sich beim Verbrennen von Ammoniak bildet, das in sehr kleinen Quantitäten im Leuchtgase vorkommt. Man könnte glauben, dass sich die Salpetersäure aus dem im Gase oder in der Luft enthaltenen Stickstoff gebildet hätte, indessen reagirte das Wasser, welches ich beim Verbrennen von Gas erhielt, dem absichtlich Luft zugemischt war, nicht stärker sauer als ohne diese Beimischung. Die Menge der Salpetersäure war überdiess so gering, dass sich ihre Anwesenheit nur durch eine ganz schwache Reaction mit Brucin kundgab. Den besten Beweis aber, dass diese Menge von Salpetersäure die Richtigkeit der Analyse nicht beeinträchtigen kann, gab mir die Thatsache, dass als 60 Grm. Wasser, die ich mir aus vielen Versuchen gesammelt hatte, mit einem Tropfen Ammoniak versetzt, in einem Platinschälchen im Wasserbade verdampft wurden, ich nur 4 Mgrm. Ammoniaksalz erhielt, also für jeden einzelnen Versuch eine verschwindend kleine Menge.

Ich will zum Beweise für die Vortrefflichkeit der Methode mehrere Analysen geben, die ich theils mit reinen Gasen, theils mit Gasgemengen, vorzüglich mit Leuchtgas ausgeführt habe.

Wasserstoffgas.

Das zu diesem Versuche verbrauchte reine Wasserstoffgas wurde aus reinem Zink und verdünnter reiner Schwefelsäure dargestellt. Das Gas wurde durch mit Kalilauge gefüllte Waschflaschen geleitet, und mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln im Gasometer über mit Wasserstoff gesättigtem Wasser aufgesammelt.

3390 C.C. des so erhaltenen Gases bei 22° C., 751,19 Mm. Bar. wurden bei dem Drucke einer 50 Mm. hohen Wassersäule verbrannt. 3390 C.C. = 3034 C.C. normal, d. h. bei 0° und 760 Mm. B.

Es wurden 2,464 Grm. HO von kaum bemerkbarer saurer Reaction erhalten.

3034 C.C. H nach dem spec. Gew. 0,06927 berechnet, geben 2,464 Grm. HO.

Die Verbrennung dauerte mit dem Durchleiten von Luft etwa 15 Minuten, und man sieht, dass obgleich das mir zu Gebote stehende Gasometer nicht die genaueste Messung zulässt, man doch bei Anwendung grösserer Gasmengen sehr befriedigende Resultate erhalten kann.

Zu einem anderen Versuche stellte ich mir das Wasserstoffgas aus käuflichem Zink und verdünnter englischer Schwefelsäure dar. Vor dem Aufsammeln im Gasometer wurde es mit Schwefelsäure und Kalilauge gewaschen.

2203,5 C.C. bei 21° C., 754 Mm. Bar. und 50 Mm. Wasserdruck = 1990 C.C. normal gaben 1,600 Grm. HO, während das wie oben berechnete Gewicht des Wassers 1,604 Grm. betragen würde. Das hierbei erhaltene Wasser zeigte keine Spur von saurer Reaction.

Sumpfgas.

Das zu folgenden Versuchen angewendete Gas wurde durch vorsichtiges Erhitzen eines Gemisches von 2 Theilen krystallisirtem essigsauren Natron mit 1 Theil Kali und 1 Theil Kalk dargestellt. Vor dem Aufsammeln wurde es durch Kalilauge gewaschen. Das specifische Gewicht des Gases wurde aus der Ausströmungszeit im Bunsen'schen Apparat zu 0,544 bestimmt.

1130 C.C. bei 22° C., 747,8 Mm. B. und 50 Mm. Wasserdruck = 1005 C.C. normal, gaben :

1,632 Grm. HO = 0,1813 Grm. H und

1,978 Grm. CO₂ = 0,5395 Grm. C.

Demnach würde ein Liter dieses Gases enthalten :

0,1800 Grm. H und

0,5368 Grm. C.

Berechnet man den Gehalt an Wasserstoff und Kohlenstoff von reinem Sumpfgas (spec. Gew. = 0,55416), so erhält man im Liter :

0,17922 Grm. H und

0,53767 Grm. C.

Der Versuch gab also fast genau die berechneten Mengen. Das erhaltene Wasser zeigte sich vollständig neutral.

Hierbei will ich bemerken, dass es mir nicht gelang, reines Sumpfgas aus einem Gemisch von gleichen Theilen essigsaurem Kali, Kalk und Kali darzustellen. Bei mehreren Versuchen mit Gas von verschiedenen Bereitungen berechnete sich der Gehalt im Liter zwischen

0,165—0,168 Grm. H und

0,460—0,469 Grm. C.

Das Gas scheint ein Gemenge von Sumpfgas mit Wasserstoffgas zu sein.

Elaylgas.

Das zu dem Versuche verwendete ölbildende Gas wurde nach Mitscherlich's Methode durch Einleiten von Alkoholdampf in ein auf 162° C. erhitztes Gemisch von 100 Th. englischer Schwefelsäure mit 30 Th. Wasser bereitet. Um es von anhängendem Aetherdampf zu befreien, wurde das Gas durch mehrere mit englischer Schwefelsäure gefüllte Waschflaschen geleitet. Eine Probe des erhaltenen Gases wurde von rauchender Schwefelsäure vollständig aufgenommen.

678 C.C. bei 21° C., 750,06 Mm. B. und 50 Mm. Wasserdruck = 609 C.C. normal, gaben :

0,990 Grm. HO = 0,110 Grm. H und

2,398 Grm. CO₂ = 0,654 Grm. C.

Demnach enthielt 1 Liter dieses Gases:

0,1804 Grm. H und

1,0737 Grm. C,

während nach dem spec. Gew., $C_4H_4 = 0,96978$, ein Liter:

0,17922 Grm. H und

1,07467 Grm. C

enthalten müsste.

Das bei der Verbrennung erhaltene Wasser war vollständig neutral.

Kohlenoxydgas.

Diess Gas für sich allein im Apparat zu verbrennen, gelang mir nicht. Das Flämmchen konnte nicht im Brennen erhalten werden, es verlöschte bei der leisesten Bewegung. Desshalb stellte ich mir Gemische von bekanntem Gehalt aus Wasserstoff und Kohlenoxyd dar und verbrannte diese. Sowohl das aus der Menge des erhaltenen Wassers berechnete Wasserstoffgas, als auch das aus der Kohlensäure berechnete Kohlenoxydgas stimmten mit dem bei dem Versuche verbrauchten gut überein.

1) Eine Mischung aus Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas im Verhältniss 1 : 10 Vol. gaben beim Verbrennen von 3412,6 C.C. bei 23° C., 757,96 Mm. Bar. und 50 Mm. Wasserdruck = 3067,5 C.C. normal

2,239 Grm. HO = 0,2488 Grm. H und

0,546 Grm. CO₂ = 0,1489 Grm. C.

	Ber.	Gef.
H	0,249 Grm.	0,2488 Grm.
C	0,149 „	0,1489 „

2) Ein anderes Gemenge wurde aus Kohlenoxyd und Wasserstoff im Verhältniss 1 : 5 Vol. dargestellt.

2260 C.C. bei 20,5° C., 756,82 Mm. B. und 50 Mm. Wasserdruck = 2053,9 C.C. normal, gaben

1,369 Grm. HO = 0,15211 Grm. H und

0,677 Grm. CO₂ = 0,18463 Grm. C.

	Ber.	Gef.
H	0,153 Grm.	0,1521 Grm.
C	0,184 „	0,1846 „

Leuchtgas.

Von den zahlreichen mit Leuchtgas ausgeführten Versuchen will ich hier nur einige Resultate anführen, ohne mich jedoch zur Zeit auf die naheliegenden Folgerungen einzulassen, welche sich aus denselben ergeben.

I.

Leuchtgas (Steinkohlengas) der Leipziger Gasanstalt am 31. Juli Vormittags der Röhrenleitung im chemischen Laboratorium entnommen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts aus der Ausströmungszeit ergab 0,435. Das Gas wurde bald nach dem Aufsammeln verbrannt. Der ganz unbedeutende Kohlen säuregehalt des Gases wurde vor der Verbrennung entfernt.

1695 C.C. bei 20° C., 751,6 Mm. B. und 50 Mm. Wasserdruck = 1533 C.C. normal, gaben

1,662 Grm. HO = 0,1848 Grm. H und

1,987 Grm. CO₂ = 0,542 Grm. C.

Demnach würde ein Liter des Gases enthalten:

0,1205 Grm. H und

0,3535 Grm. C.

(Das am Nachmittag desselben Tages der Leitung entnommene Gas gab im Liter:

0,120 Grm. H und

0,351 Grm. C.)

Hierauf wurde eine gemessene Menge des übrigen Gases, um es von den schweren Kohlenwasserstoffen zu befreien, durch starke rauchende Schwefelsäure geleitet. Von den Säuredämpfen wurde es durch Kali befreit und in einem Gasometer aufgefangen, welches genau so wie das oben beschriebene eingerichtet war.

Die hierzu verwendete Säure wurde durch Einleiten der Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure in kalt gehaltenes Vitriolöl erhalten. Um sie dem Gase mit recht grosser Oberfläche darzubieten, wurden Bimsteinstücken damit getränkt und das Gas durch die mit diesen gefüllten Röhren in einem sehr langsamen Strome geleitet.

Das Gas zeigte sich vollständig von den schweren Kohlenwasserstoffen befreit (decarburirt). Ein gemessenes Volumen wurde durch rauchende Schwefelsäure nicht mehr verändert. Das spec. Gew. des decarburirten Gases betrug 0,393.

6192,4 C.C. des Leuchtgases gaben 5832,8 C.C. decarburirtes Gas.

Es enthält demzufolge ein Liter des Leuchtgases 58,07 C.C. schwere Kohlenwasserstoffe.

Verbrennung des decarburirten Gases.

1706 C.C. bei 20° C., 752,3 Mm. B. und 63 Mm. Wasserdruck = 1546 C.C. normal, gaben

1,566 Grm. HO = 0,174 Grm. H und

1,558 Grm. CO₂ = 0,4249 Grm. C.

Demnach enthält ein Liter:

0,1125 Grm. H und

0,2748 Grm. C.

Bei einer zweiten Verbrennung desselben Gases gaben

1478 C.C. bei 20,6° C., 751,7 Mm. B. und 63 Mm. Wasserdruck = 1335 C.C. normal,

1,352 Grm. HO = 0,1502 Grm. H und

1,345 Grm. CO₂ = 0,36682 Grm. C,

demzufolge im Liter:

0,1124 Grm. H und

0,2748 Grm. C.

Ursprüngliches Gas enthielt
im Liter:

0,1205 Grm. H und

0,3535 Grm. C.

Decarburirtes Gas enthält
im Liter:

0,1125 Grm. H und

0,2748 Grm. C.

Es zeigt sich eine Differenz von 0,008 Grm. H und 0,0787 Grm. C und diess ist die Menge des in den 58,07 C.C. (die durch Schwefelsäure verschluckt wurden) enthaltenen Wasserstoffs und Kohlenstoffs.

II.

Leuchtgas der Leipziger Gasanstalt am 7. August Vormittags der Leitung des Laboratorium entnommen.

1469 C.C. bei 19,9° C., 748,94 Mm. B. und 50 Mm. Wasserdruck = 1324,7 C.C. normal, gaben:

1,421 Grm. HO = 0,1579 Grm. H und

1,663 Grm. CO₂ = 0,45355 Grm. C.

Demzufolge würde ein Liter enthalten:

0,119 Grm. H und

0,3424 Grm. C.

(Gas an demselben Tage Nachmittags der Leitung entnommen, gab im Liter:

0,118 Grm. H und

0,3396 Grm. C.)

Auf dieselbe Weise mit rauchender Schwefelsäure behandelt, wie im vorigen Versuch, gaben

6474 C.C. Leuchtgas 6111,3 C.C. decarburirtes Gas.

Ein Liter Leuchtgas enthält demnach 56 C.C. schwere Kohlenwasserstoffe.

1819 C.C. des decarburirten Gases, das wie der Versuch zeigte, kein durch Schwefelsäure absorbirbares Gas enthielt, bei 20° C., 748,94 Mm. Bar. und 63 Mm. Wasserdruck = 1641,9 C.C. normal, gaben:

1,660 Grm. HO = 0,18444 Grm. H und

1,617 Grm. CO₂ = 0,441 Grm. C.

Diess entspricht im Liter:

0,112 Grm. H und

0,269 Grm. C (ein zweiter Versuch gab dieselben Zahlen)

während das ursprüngliche Leuchtgas:

0,119 Grm. H und

0,342 Grm. C

im Liter enthielt.

Die Differenz 0,007 Grm. Wasserstoff und 0,073 Grm. Kohlenstoff entspricht somit dem Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalte der 56 C.C. im Liter enthaltenen schweren Kohlenwasserstoffe.

Man sieht aus diesen Versuchen, dass das Leipziger Gas in seiner Zusammensetzung nur wenig schwankt, eine That-
sache, die sich schon früher bei vielfachen wiederholten Prüfungen durch den Erdmann'schen Gasprüfer ergeben hat.

Noch will ich eine Beobachtung anführen, die ich bei den Versuchen mit Leuchtgas machte, welche recht deutlich

die grössere Löslichkeit der schweren Kohlenwasserstoffe in Wasser zeigt und in Uebereinstimmung mit praktischen Erfahrungen darauf hinweist, dass Leuchtgas bei dergleichen Versuchen nicht längere Zeit über Wasser stehen darf. Am besten bedient man sich bei Aufbewahrung von Leuchtgas als Sperrflüssigkeit einer gesättigten Salzlösung.

Es wurde Leuchtgas am 17. Juni der Leitung entnommen und am anderen Tage untersucht.

Es ergab im Liter:

0,115 Grm. H und

0,322 Grm. C.

Am nächsten Tage zeigte es:

0,114 Grm. H und

0,320 Grm. C.

Mehrere (3 oder 4 ?) Tage darauf:

0,112 Grm. H und

0,313 Grm. C.

Eine ähnliche Abnahme gab das Gas vom 25. Juli, das ein spec. Gew. von 0,417 zeigte.

	Im Liter Grm. H:	Im Liter Grm. C:
Am 27. Juli	0,115	0,321
Am 29. Juli	0,114	0,312
Am 30. Juli	0,110	0,299

Am 31. Juli Nachmittags der Leitung entnommenes Gas gab an demselben Tage im Liter;

0,120 Grm. H und

0,351 Grm. C.

Am 6. August nur noch

0,119 Grm. H und

0,332 Grm. C.