

= 98,9 mg KCl statt 99,5 mg. c) 1,000 g KCl, 3,3 g Bittersalz, 1,5 g NaCl und 150 cc Gypslösung lieferten 187,3 mg KCl O<sub>4</sub> = 100,8 mg KCl statt 100,0 mg. Niederschläge frei von Ba.

11. Carnallitlöserückstand. Man fällt 25 g im 500 cc-Kolben, wie beim Carnallit angeben und verdampft 25 cc. Es ergaben: 0,375 g KCl, 12,3 g Bittersalz, 12 g NaCl und 120 cc Gypslösung a) 36,9 mg KCl O<sub>4</sub> = 19,8 mg KCl, b) 32,7 mg KCl O<sub>4</sub> = 17,5 mg KCl statt 18,8 mg.

Westeregeln, October 1891.

## Über Mischgas.

Von

Ferd. Fischer<sup>1)</sup>.

Die zunehmende Bedeutung wasserstoffreicher Generatorgase als Kraftgas macht eine kurze Bezeichnung derselben wünschenswerth, welche sie von dem, mit der ursprünglichen Temperatur verwendeten Koksgeneratorgas der Gasanstalten<sup>2)</sup> und dem Wassergas unterscheidet. Da man durch Mischen von Wassergas<sup>3)</sup> und dem beim sog. Heissblasen erhaltenen Generatorgas ein Gemenge gleicher Zusammensetzung erhält, welches thatsächlich für Gaskraftmaschinen verwendet wird<sup>4)</sup>, so erscheint die Bezeichnung Mischgas passender (vgl. d. Z. 1888, 462) als Dowsongas, da, wie bereits d. Z. 2 S. 156 bemerkt, das Verfahren keineswegs neu ist und der von Downson vorgeschlagene Apparat wohl kaum noch so gebaut wird, wie die Patentschrift angibt (Fischer's Jahresb. 1887, 189).

An zwei verschiedenen Tagen zwei Apparaten einer hiesigen Fabrik entnommene Proben ergaben im Durchschnitt:

Kohlensäure	7,2 Proc.
Kohlenoxyd	26,8 -
Methan	0,6 -
Wasserstoff	18,4 -
Stickstoff	47,0 -

Der verwendete englische Anthracit hatte nur 2,1 Proc. Asche<sup>5)</sup>; 1 k desselben gibt rund 4,8 cbm Gas. 1 cbm Gas hat einen Brennwerth von 1345 W.-E., die 4,8 cbm somit 6456 W.-E. Die Gase verliessen den Generator mit 495°, entführten daher, wenn

das Dampfluftgemisch 95° hatte, 600 W.-E. Bei rund 7800 W.-E. Brennwerth des Anthracits ergibt sich somit folgende Wärmeausnutzung:

	W.-E.	Proc.
Gas, Brennwerth	6456	82,8
Gas, Eigenwärme	600	7,7
Verlust d. Leit. u. Strahl.	744	9,5

Das ist ein sehr günstiges Ergebniss.

Die 9,5 Proc. Verlust durch Leitung und Strahlung lassen sich wesentlich vermindern, wenn der Eisenmantel des Generators mit Wärmeschutzmittel bekleidet, besonders aber die Decke nicht, wie es jetzt geschieht, mit Wasser bedeckt wird. Ein Theil dieser Wärme wird dann zur weiteren Zersetzung von Wasserdampf bez. Kohlensäure verwendet werden, ein anderer Theil, besonders der jetzt in das Wasser übergehende, aber zur Erhöhung der Eigenwärme des Gases dienen. Diese Eigenwärme des Gases sollte aber durch einfache Vorrichtungen zur Vorwärmung des Dampfluftgemisches verwerthet werden. Durch Erhöhung der Temperatur würde besonders die Reduction der Kohlensäure befördert.

Für kleinere Anlagen ist die Reinigung eines Gases von theerigen Stoffen sehr lästig, so dass diese meist Anthracit vorziehen. Für grössere Anlagen würde die Abscheidung des Theeres verhältnissmässig einfacher sein, so dass diese in vielen Fällen Steinkohlen, selbst Gaskohlen verwenden könnten. Das Gas würde dann wesentlich mehr Methan und auch etwa 0,5 Proc. schwere Kohlenwasserstoffe enthalten, somit werthvoller sein. Auch andere Rohstoffe, wie Braunkohle und Torf, könnten dann in's Auge gefasst werden, umsomehr Braunkohlenkoks viel leichter Wasserdampf und Kohlensäure reducirt als Anthracit<sup>6)</sup>. Da diese letzteren bei der Entgasung viel Kohlensäure und Wasserdampf geben, so wäre es für den Grossbetrieb u. U. vortheilhaft, mit der durch das gebildete Gas auf etwa 400° vorgewärmten Luft nach jeder Beschickung von oben nach unten zu blasen oder zwei Generatoren zu verbinden, um reiche Gase zu erzielen.

Die wichtigste Verwendung für Mischgas ist die für Gaskraftmaschinen. Kleinere Maschinen erfordern für die Stundenpferdekr. etwa 0,7 k Anthracit (vgl. d. Z. 1889, 391).

Beachtenswerth sind die bez. Versuche von Witz mit einer eincylindrigen 100 pferd. Maschine (vgl. Z. deutsch. Ing. 1891, 1275); die Maschine gebrauchte für die Stundenpferdekr. nur 0,516 k Anthracit und 0,096 k Koks. Witz gibt folgende Berechnung:

<sup>6)</sup> Vgl. Fischer's Jahresb. 1883, 1306.

<sup>1)</sup> Mitgetheilt auf der Hauptversammlung in Goslar (S. 596 d. Z.) und im Hannoverschen Bezirksverein (S. 619 d. Z.).

<sup>2)</sup> Vgl. Fischer's Jahresb. 1885, 1266; 1887, 170.

<sup>3)</sup> Z. 1887 Bd. 2 S. 160; Fischer's Jahresb. 1887, 175.

<sup>4)</sup> Z. 1887 Bd. 2 S. 241; Fischer's Jahresb. 1887, 182.

<sup>5)</sup> In Folge meines Umzuges nach Göttingen konnte die Untersuchung leider noch nicht zu Ende geführt werden.

Angenommen, es werde mit bester Kohle von 8700 W.-E. Heizwerth auf 1 k eine 10 fache Verdampfung bei 5 Atm. Überdruck erzielt, und die Dampfmaschine brauche für 1 PS-Std. 10 k Dampf, so entspricht dies einer Ausnutzung von  $636,8 : 8700 = 7,3$  Proc.

welche sich so vertheilen, dass auf den Kessel 73 Proc. und auf die Dampfmaschine 10 Proc. entfallen, d. h. von der verfügbaren Wärme der Kohle erhalten wir 73 Proc. in Form von Dampf, und davon wieder 10 Proc. als effective Arbeit.

Beim Gasmotor stellen sich die Verhältnisse wie folgt: bei einem Heizwerth von 8500 bez. 7300 W.-E. für Anthracit bez. Koks sind für 1 PS verfügbar:

$0,516 \cdot 8500 + 0,096 \cdot 7300 = 4987$  W.-E.,  
daher gewinnt man 2,37 cbm Gas von 1487 W.-E. Heizwerth = 3524 W.-E. Somit ist der Wirkungsgrad des Generators 70,6 Proc. Der Gasmotor liefert mit diesen 3524 W.-E. eine Arbeit von 1 PS entsprechend 636,8 W.-E. Somit hat er einen Wirkungsgrad von 18 Proc., und insgesamt ergibt sich

$$0,706 \cdot 0,18 = 0,127$$

gegen 0,073 bei der obigen Dampfmaschine.

Auf Grund einer genauen Berechnung stellt sich heraus, dass die Kosten für 1 Tag von 10 Std. (alles inbegriffen) sich verhalten wie 39,6 fcs. (Gasmotor) zu 47,9 fcs. (Dampfmaschine); es ergibt sich also eine Ersparnis von 17 Proc. bei ununterbrochen voller Ausnutzung des Gasmotors.

Also selbst für so grosse Maschinen ist die Verwendung von Mischgas vorteilhafter als Dampfmaschinen. Noch wichtiger ist die Mischgaskraftmaschine für die Kraftvertheilung, also für alle Betriebe, welche an verschiedenen Stellen Kraft gebrauchen, da hierdurch der meist beträchtliche Verlust der sog. Transmissionen vermieden wird (vgl. d. Z. 2, 164<sup>7)</sup>).

Die Auspuffgase einer mit dem besprochenen Mischgase gespeisten Körtling'schen Gaskraftmaschine bestanden im Mittel aus

Kohlensäure	13,4 Proc.
Sauerstoff	6,8 -
Stickstoff	79,8 -

Auf geringe Mengen unvollständig verbrannter Gase wurde nicht geprüft. Die Temperatur der Gase betrug 392°. Die 1 k Anthracit entsprechenden 4,8 cbm Mischgas lieferten demnach rund 12,5 cbm Auspuffgase und entführten von dem Brennwerthe des Gases (6456) rund 1500 W.-E. oder 23 Proc. Diese Auspuffgase sind daher auch für Heizzwecke beachtenswerth. —

Um mehreren Anfragen zu entsprechen, möge die Untersuchung derartiger Gase im Zusammenhange beschrieben werden. Der Apparat, dessen Zünder gegen früher (d. Z.

1890, 591) verbessert wurde, besteht wesentlich aus dem birnenförmigen Arbeitsbehälter *A* (Fig. 285) und dem mit Standrohr *D* verbundenen Messrohr *M*. Die beiden Queck-

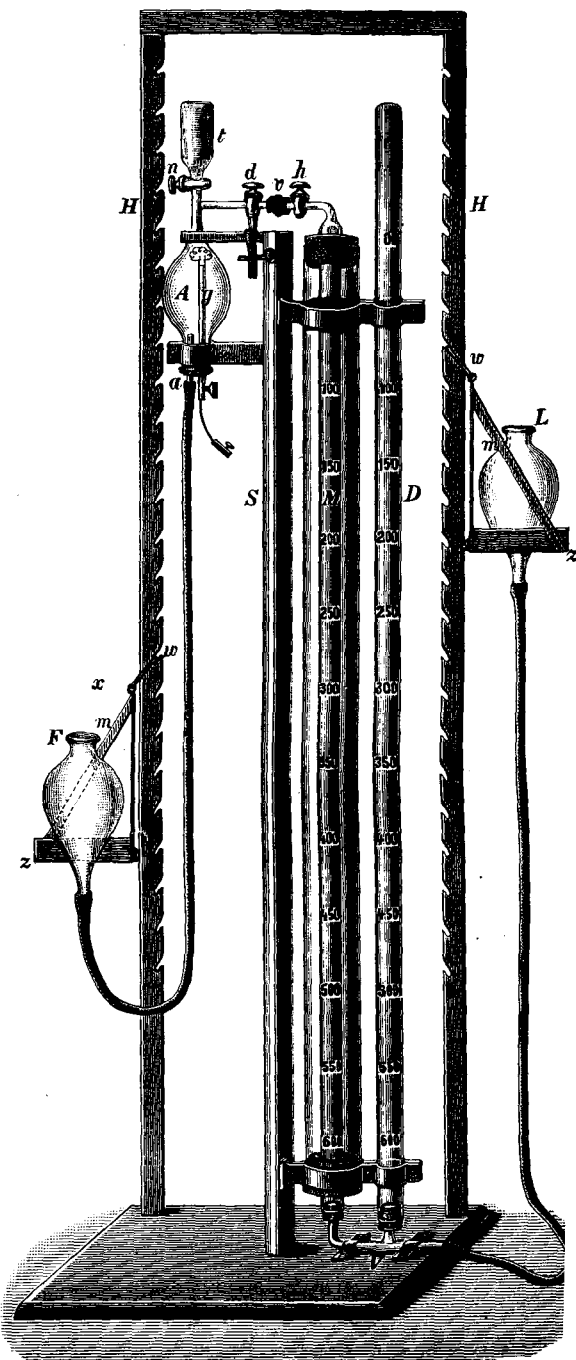


Fig. 285.

silberflaschen *F* und *L* hängen in entsprechend ausgeschnittenen Holzstücken *z*, welche durch Blechstreifen *m* mit Gelenk *x* bez. Bügel *w* verbunden sind und dadurch leicht und sicher an den mit entsprechenden Einkerbungen versehenen Holzstäben *H* in beliebiger

<sup>7)</sup> Dass sich hierfür auch Wassergas eignet, ist selbstverständlich (Fischer's Jahresb. 1890, 187).

Höhe aufgehängt werden können. Die eine Bohrung des Gummistopfens der Flasche *A* trägt das durch starkwandigen Kautschukschlauch mit *F* verbundene Rohr *a*, durch die andere führt den Zünder *g*. Derselbe besteht aus einem Nickelrohr, durch welches isolirt ein Nickeldraht geführt ist. Oben sind beide Theile mit Ansätzen versehen, welche durch einen spiralförmig gewundenen Platindraht verbunden sind. Unten ist die Vorrichtung mit zwei Klemmschrauben versehen. Damit der Platindraht gleichmässig glüht, ohne abzuschmelzen, empfiehlt es sich, in den Stromkreis einen veränderlichen Widerstand einzuschalten und mit der rasch abnehmenden Stromstärke entsprechend zu verringern; bei Verwendung von 3 bis 4 kräftigen Elementen kann man so den Draht 1 bis 1½ Minuten, also genügend lange, rothglühend erhalten, ohne dass er abschmilzt; wird der Draht hellroth glühend, so ist der Vorsicht wegen der Widerstand zu vergrössern.

Bei Ausführung der Analyse füllt man die Rohre *A*, *M*, *D* durch Heben der beiden Flaschen mit Quecksilber, schliesst die Quetschhähne auf den Schläuchen und die drei Glashähne, so dass das Schlauchende des Dreiweghahnes *d* mit Wasser (oder Quecksilber) gefüllt bleibt, steckt das eine ausgezogene Ende der die Gasprobe enthaltenden zugeschmolzenen Glaskugel hinein, bricht die Spitze innerhalb des Schlauches ab, taucht das andere Ende in Wasser (oder Quecksilber), bricht auch hier die Spitze ab, dreht Hahn *d* so, dass die Verbindung mit Rohr *A* hergestellt ist und saugt die Gasprobe durch Senken der Quecksilberflasche *F* nach *A* herüber. Nun dreht man Hahn *d* und *h* um 90° und treibt durch Heben der Quecksilberflasche *F* und Senken der anderen Flasche *L* die erforderliche Menge des Gases in das Messrohr *M*. Ist im Rohre *A* ein Gasrest und etwaiges übergesogenes Wasser enthalten, so drückt man diese durch Hahn *d* nach aussen. Nun wird die Gasprobe gemessen<sup>8)</sup>, durch Trichter *t* 0,6 bis 0,8 cc Kalilauge in das Rohr *A* gelassen, dann die Gasprobe aus *M* nach *A* übergeführt, nach der Bindung der Kohlensäure wieder nach *M*; man lässt dabei aber die Kalilauge nur bis zu einer unmittelbar

<sup>8)</sup> Das Messen der Gasprobe kann natürlich doppelt ausgeführt werden, um jeden Irrthum auszuschliessen, indem man einmal das Quecksilber im Standrohr *D* auf etwa 0, dann auf 600 einstellt. Die im Rohre *M* eingeschlossene Gasprobe auf 0° und 1000 mm Quecksilber reducirt, muss dann in beiden Messungen gleich gross sein, sonst hat man entweder falsch ausgemessen, abgelesen oder falsch gerechnet.

vor *d* angebrachten Marke steigen, welche bei der Calibrirung des Rohres berücksichtigt werden kann. Ist so Kohlensäure bestimmt und auf Sauerstoff mit Pyrogallol geprüft, so muss Rohr *A* bis Hahn *d* sorgfältig gereinigt werden, da sonst nach der Explosion ein Theil der gebildeten Kohlensäure sofort gelöst wird, so dass die Contraction zu gross ausfällt. Dieses geschieht durch Eingiessen von etwa 5 cc Wasser in den Trichter *t*, Senken der Flasche *F*, dann Heben derselben, so dass die Flüssigkeit durch Hahn *d* in eine (durch ein kurzes Glasrohr und längeren Schlauch damit verbundene) Flasche abfliesst. Dieses wird 4- bis 5 mal wiederholt<sup>9)</sup>.

Zur Verbrennung des Wasserstoffs, Kohlenwasserstoffes und Kohlenoxyds saugt man durch Hahn *n* oder *d* die erforderliche Menge atmosphärische Luft in Rohr *M* ein; für 100 Th. Generatorgas genügen 120 bis 130 Th., für Mischgas 150 Th. Luft. Hahn *n* wird dann geschlossen, *d* und *h* so gestellt, dass beim Heben der Flasche *L* das Gasgemisch in den Behälter *A* tritt. Sobald die Platinspirale des Zünders *g* aus dem Quecksilber herausragt, schliesst man den Strom, so dass die Spirale eben rothglühend wird und treibt rasch den Rest des Gases ein. Die Verbrennung findet dann meist ohne, sonst aber jedenfalls mit völlig gefahrloser Verpuffung statt.

Will man nicht mit so grossen Gasmengen arbeiten, so verwendet man Sauerstoff, den man elektrolytisch oder mit Kaliumchlorat herstellt. Dieses kann mit dem auf einem einfachen Fusse befestigten U-Rohre (Fig. 286), welches bis zum Hahn mit schwefelsäurehaltigem Wasser gefüllt wird, geschehen. Man steckt die Spitze des Rohres *s* (dessen Platinelektrode mit dem positiven Pol einer Taucherbatterie verbunden ist) in das mit Wasser gefüllte Schlauchende *a* und lässt den Sauerstoff nach *A* übertreten und dann von hier in's Rohr *M*. Ist das

<sup>9)</sup> Sollte durch Unachtsamkeit auch etwas Kalilauge über *d* hinaus bis *h* oder gar bis *M* gelangt sein, so lässt man nach beendeter Reinigung von Rohr *A* nochmals Wasser durch Trichter *t* eintreten, hebt *F*, bis alle Luft durch Hahn *n* und *d* (durch letzteren auch etwas Wasser) entfernt ist, worauf man den Quetschhahn auf dem Schlauchansatz schliesst und durch Drehen der Hähne *d* und *h* um 90° das Wasser nach *M* übertreten lässt. Dann hebt man Flasche *L* und senkt *F*, so dass die Gasprobe, das Wasser und auch etwas Quecksilber nach *A* übertritt. Ist dieses geschehen, so lässt man nur die Gasprobe nach *M* zurücktreten, schliesst Hahn *d* nach *M* zu ab, sobald die Flüssigkeit denselben fast berührt, sofort auch *h* und lässt nun das Wasser wieder durch *d* abfliessen. Man sorgt dafür, dass das Schlauchende von *d* mit Wasser (oder Quecksilber) gefüllt bleibt.

Schlauchende von *d* völlig mit Quecksilber gefüllt, so kann man den Sauerstoff auch sofort nach *M* übertreten lassen. Wenn

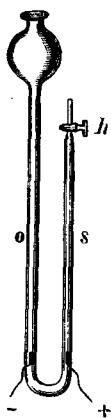


Fig. 286.

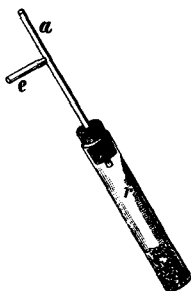


Fig. 287.

man nicht ganz sicher ist, alle Luft aus den Leitungen entfernt zu haben, so treibt man durch Hahn *n* die ersten 5 bis 10 cc Sauer-

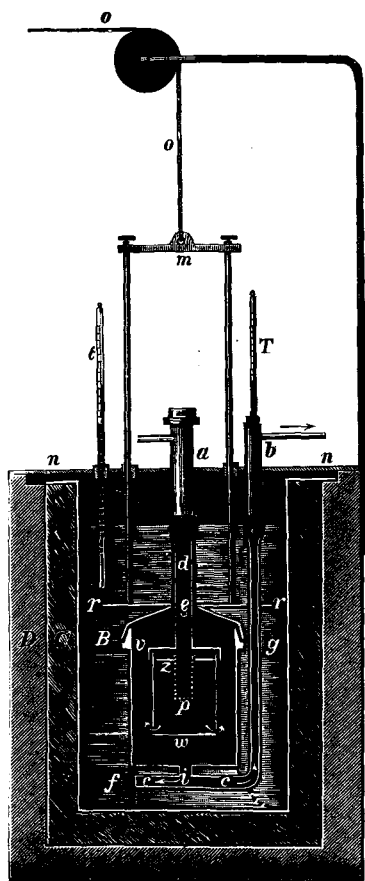


Fig. 288.

stoff nach aussen und fängt erst dann den zu verwendenden Sauerstoff auf, was natürlich auch so geschehen kann, dass man die

Hähne *d* und *h* nun so stellt, dass der Sauerstoff direct nach *M* geht.

Bei Verwendung von Kaliumchlorat bringt man etwa 5 g desselben in das kurze Reagenrohr *r* (Fig. 287), setzt den Stopfen auf, verbindet *e* mit einem Glasrohr, welches in ein Gefäß mit Wasser taucht (und lediglich als Sicherheitsventil dient), *a* mit dem Schlauchansatz des Hahnes *d* (Fig. 285). Mit einer kleinen Spiritusflamme bringt man die Sauerstoffentwicklung in Gang, lässt das Gas zunächst durch *e* entweichen, dann durch *d* und *n*, schliesst *n* und senkt langsam Flasche *F*, so dass sich in *A* die genügende Menge reinen Sauerstoffs sammelt (der Überschuss entweicht durch *e*), von dem man die erforderliche Menge nach *M* überführt. Bei Verwendung von Sauerstoff findet fast stets Verpuffung statt. —

Für Brennwerthbestimmungen wurde S. 596 d. Z. bereits erwähnt, dass bei Verwendung des neuen Einsatzes der Deckel des Calorimeters kleiner genommen werden kann. Fig. 288 zeigt, wie diese Einrichtung an bereits vorhandenen Apparaten angebracht werden kann. Bei silbernen Apparaten besteht der Theil *gv* aus Silber, *z* bis *w* aus Platinblech<sup>10)</sup>; das ringförmige Blech *z* ist mit Löchern versehen, damit auch Sauerstoff von aussen an den Platinkorb *p* tritt. Der Brennstoff wird grobstückig verwendet oder nach dem Pulvern gepresst.

Sobald die Unruhe des Umzuges überstanden, folgen ausführliche Mittheilungen.

### Brennstoffe, Feuerungen.

Zur Wärmemessung empfiehlt H. L. Callendar (Phil. Mag. 32 S. 104) die Bestimmung des elektrischen Leitungswiderstandes von Platindrähten.

Koksofen. Von M. Kleist (D.R.P. No. 59635) ist für lothrechte Koksöfen die Kammerstellung so gewählt worden, dass die Kammerlängsachsen mit der Ofenlängsachse gleich gerichtet sind, und dass die in einer Reihe liegenden Kammern ohne Zwischenkanäle an einander stoßen.

Auf jeder Seite der Längswände der Kammern *a* (Fig. 289 u. 290) befinden sich die Heizkanäle *b*, welche, wie der Schnitt nach *x—x* zeigt, durch mehrere über einander liegende Horizontalwände *c* in einzelne hin-

<sup>10)</sup> Bei Nickelapparaten wird Nickel verwendet werden können. Die Apparate werden u. A. vom Mechaniker W. Apel in Göttingen geliefert.