universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die chemische Technologie der Brennstoffe

Preßkohlen, Kokerei, Wassergas, Mischgas, Generatorgas, Gasfeuerungen

Fischer, Ferdinand

Braunschweig, 1901

Mischgas

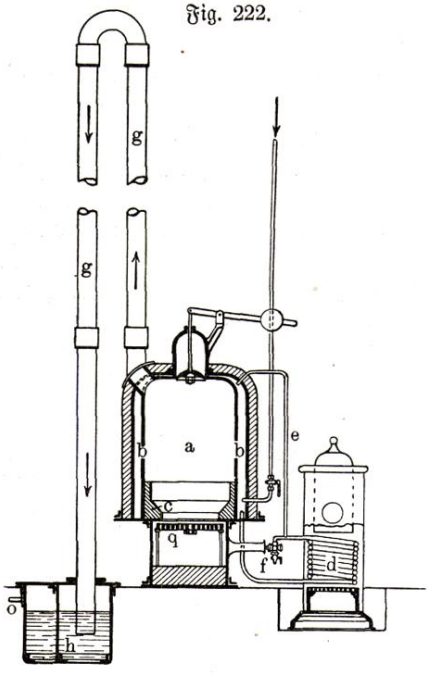
urn:nbn:at:at-ubi:2-3860

Mischgas.

Wenn man das beim sogenannten Heißblasen erhaltene, an Kohlenoxyd reiche Generatorgas mit dem Wassergase mischt, oder besser, wenn man Luft und Wasserdampf gleichzeitig durch den mit glühendem Anthracitkoks gefüllten Generator leitet, so erhält man ein an Kohlenoxyd und Wasserstoff reiches Mischgas [1]).

Bereits Constable (Eng. Pat. 1845) und G. Michiels [2]) wollten Wasserdampf mit Luft gemischt in einen großen Kohlenschacht einblasen und das so erhaltene Gas zum Heizen, Reduciren der Erze, zur Beleuchtung u. dergl. verwenden. Wesentlich denselben Vorschlag machte Kirkham [3]). Nach Pfeiffer (D. R.-P. Nr. 15 210) wird in Verbindung mit einem Dampfstrahlapparate ein Gebläse angewendet, so daß man, je nach dem zu vergasenden Brennstoffe, Wasserdampf und Luft in wechselnden Mischungsverhältnissen in den Generator einführen kann.

Fig. 222.



Erfolgreich war das Verfahren von Dowson [4]). Der Generator *a* (Fig. 222) hat einen doppelten Mantel, in dessen Zwischenraum *b* Wasser getrieben wird. Der untere Theil ist mit feuerfestem Material *c* ausgekleidet. Aus dem unteren Theile des Raumes *b* fließt das Wasser nach dem unteren Theile der

[1]) Früher meist Dowsongas genannt. Die Bezeichnung Halbwassergas oder Kraftgas ist weniger zutreffend als Mischgas. — [2]) Rec. soc. polyt. 1846, Nr. 16. — [3]) Armeng aud gén. ind. 1859, 136; Wagner's Jahresber. 1859, 647. — [4]) D. R.-P. Nr. 27 165; Fischer's Jahresber. 1887, 189.

Heizschlange *d*, welche durch ein Feuer erhitzt wird und in welcher beständig Dampf entwickelt wird. Ein Theil dieses Dampfes geht durch das Rohr *e* nach dem Raume *b* über den Stand des darin befindlichen Wassers. Der andere Theil des Dampfes geht nach dem Stahlgebläse *f*, durch welches ein Gemisch von Luft und Dampf in das Feuer des Generators geblasen wird. Der Dampfdruck über dem Wasser im Raume *b* nöthigt das Wasser, unter Druck nach der Heizschlange *d* zu fließen; der Druck in *b* kann durch ein Ablaßventil geregelt werden. Der äußere Mantel des Wasserraumes *b* ist mit irgend einem schlechten Wärmeleiter bekleidet. Die Heizschlange *d* ist ebenfalls von einem Mantel umgeben, dessen unterer, die Heizschlange *d* umgebender Theil auf den oberen Theil aufgeschraubt oder sonst wie befestigt sein kann, so daß die Heizschlange erforderlichenfalls leicht entfernt werden kann. Das aus dem Generator kommende Gas strömt durch das Rohr *g* in das geschlossene Waschgefäß *h*, welches zum Theil mit Wasser gefüllt ist, in welches das Rohr *g* eintaucht, um gegen das Gas im Gasometer abgesperrt zu sein und das aus *a* kommende Gas auf seinem Wege nach dem Gasometer durch das Wasser zu waschen.

Nach Dowson's eigenen Angaben[1]) hat das in seinem Apparate aus Anthracit hergestellte Gas folgende Zusammensetzung:

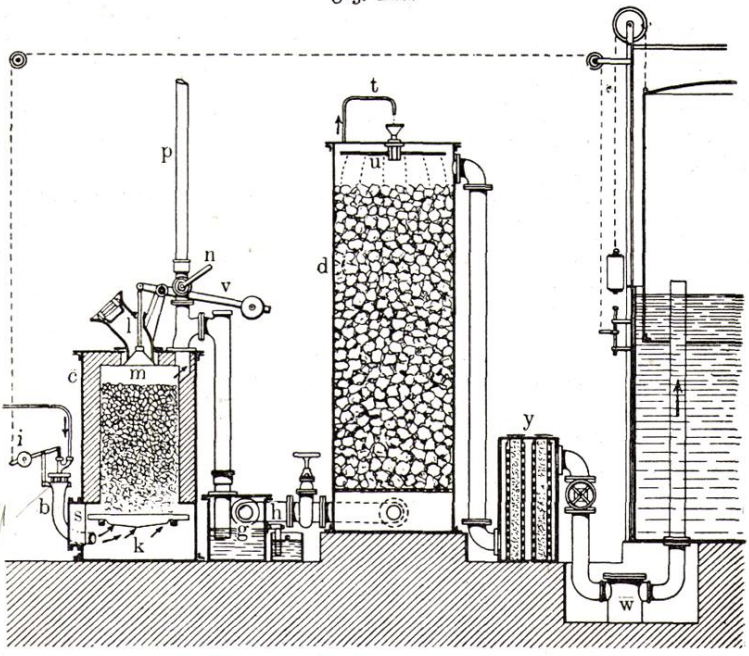
Kohlensäure	6,57	Proc.
Kohlenoxyd	25,07	„
Methan	0,31	„
Oelbildendes Gas	0,31	„
Wasserstoff	18,73	„
Sauerstoff	0,03	„
Stickstoff	48,98	„

Der Apparat wird wohl kaum noch so gebaut, wie diese Patentschrift angiebt. Die von der Deutzer Gasmotorenfabrik gebaute Abänderung desselben besteht aus einem kleinen Dampfkessel, einem Gaserzeuger *c* (Fig. 223 a. f. S.) mit Vorlage, einem oder mehreren Scrubbern *d* und einem Gasbehälter. Der kleine Dampfkessel mit sehr geringem Wasserraume hat eine senkrechte Feuerbüchse, welche mit einem Deckel geschlossen ist. In der Feuerbüchse ist oberhalb des Feuers ein spiralförmig gebogenes, schmiedeeisernes Rohr befestigt, welches der Dampf auf seinem Wege aus dem Kessel nach dem Injector *b* durchströmt, um darin überhitzt zu werden. Der überhitzte Wasserdampf bläst durch das Strahlgebläse *b* Luft in den unter dem Rost des Generators befindlichen Aschenfall *k*. Letzterer ist durch die Reinigungsthür *s* während des Betriebes luftdicht verschlossen. Ueber dem Rost schließt sich der mit feuerfesten Steinen ausgefütterte Schacht *m* des Generators an, welcher mit glühendem Brennstoff gefüllt ist. Der Fülltrichter *l* ist während des Betriebes durch einen Kegel verschlossen, der mittelst Hebel und Gegengewicht luftdicht gegen den Rand des Trichterrohres gedrückt wird. In den über dem Kegel befindlichen Raum *l* des Trichters wird der Brennstoff eingefüllt, worauf derselbe durch einen Deckel dicht verschlossen wird. Läßt man durch Anheben des Gegen-

[1]) Engineering 39, 418.

gewichtes *v* den Kegel nach abwärts sinken, so fällt der im Trichter befindliche Brennstoff in den Generatorschacht, der hierauf durch den Kegel wieder verschlossen wird. Durch diese Art der Beschickung wird der Austritt des Gases aus dem Generator verhindert. Der beim Anheizen des Apparates entwickelte Rauch, sowie das bei Beginn des Anblasens erzeugte minderwerthige Gas werden durch das Rohr *p* abgeführt. Letzteres wird durch den Hahn *n* abgesperrt, wenn das Gas durch die Vorlage nach dem Scrubber und Gasbehälter gehen soll. Das im Generator erzeugte Gas tritt durch das Rohr *f* in die Vorlage *g*. Die Tauchung des ersteren in das in der Vorlage befindliche Wasser verhindert das Zurücktreten von Gas aus dem Gasbehälter in den

Fig. 223.



Generator, wenn in letzterem die Gaserzeugung unterbrochen ist. Aus der Vorlage *g* wird das Gas durch das Rohr *h* dem Scrubber *d* zugeführt, ein cylindrisches Gefäß aus Eisenblech, dessen Koksfüllung durch die Rohrleitung *u* fortwährend mit Wasser berieselt, welches durch das Rohr *t* zugeführt wird. Das Wasser, welches sich im unteren Theile des Scrubbers sammelt, gelangt durch ein besonderes Rohr in die Vorlage, aus welcher es durch einen Ueberlauf austritt. Der im Scrubber befindliche Koks wird, nachdem er zum Reinigen nicht mehr benutzt werden kann, zur Heizung des kleinen Dampfkessels oder anderweitig verbraucht. Ist der Gasbehälter mit Gas angefüllt, so wird der Dampfhahn *i*, welcher durch eine Kette mit der Gasbehälterglocke in Verbindung steht, selbstthätig geschlossen. Hierdurch wird der in den Aschenfall *k* des Gene-

rators eintretende Gebläseluftstrom nahezu abgesperrt und die Gaserzeugung so lange vermindert, bis durch ein Sinken der Gasbehälterglocke der Dampfhahn *i* sich wieder öffnet.

Die Apparate von Gebr. Körting unterscheiden sich hiervon wesentlich nur durch Verwendung mehrerer flacher, mit Sägespänen u. dergl. gefüllter Gasreiniger.

An zwei verschiedenen Tagen zwei Apparaten der Körting'schen Fabrik vom Verf.[1]) entnommene Proben ergaben im Durchschnitt:

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

1 k des verwendeten Anthracits giebt rund 4,8 cbm Gas, 1 cbm Gas hat einen Brennwerth von 1345 w, die 4,8 cbm somit 6456 w. Die Gase verließen den Generator mit 495°, entführten daher, wenn das Dampfluftgemisch 95° hatte, 6 hw. Bei rund 78 hw Brennwerth des Anthracits ergiebt sich somit folgende Wärmeausnutzung:

Gas, Brennwerth	6456 w	82,8	Proc.
Gas, Eigenwärme	600 „	7,7	„
Verlust durch Leitung und Strahlung	744 „	9,5	„

Die 9,5 Proc. Verlust durch Leitung und Strahlung lassen sich vermindern, wenn der Eisenmantel des Generators mit Wärmeschutzmitteln bekleidet und die Decke nicht, wie es jetzt geschieht, mit Wasser bedeckt wird. Ein Theil dieser Wärme wird dann zur weiteren Zersetzung von Wasserdampf bezw. 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 könnte aber durch einfache Vorrichtungen zur Vorwärmung des Dampfluftgemisches verwerthet werden.

Trillich[2]) fand bei zwei Münchener Anlagen:

	I	II	
Wasserstoff	18,2	21,9	Proc.
Methan	1,0	0,7	„
Kohlenoxyd	18,2	15,9	„
Kohlensäure	9,0	11,4	„
Stickstoff	53,5	50,7	„

Bei der zweiten Analyse ist die Kohlenschicht zu niedrig gewesen.

Hundeshagen und Philip[3]) untersuchten zweimal die Abwässer aus der Vorlage, dem Scrubber und Wascher einer Mischgasanlage:

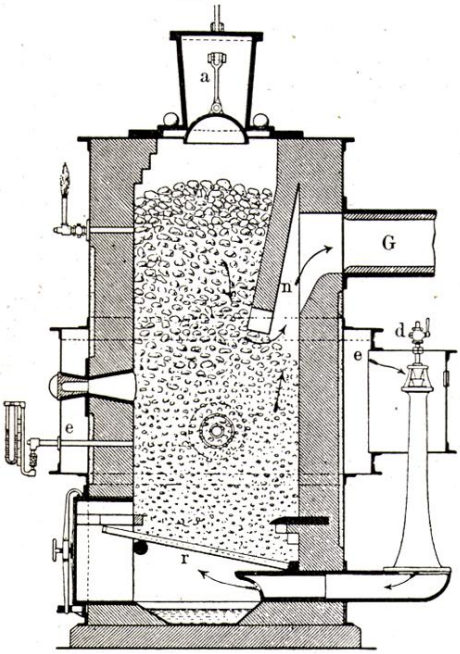
---

[1]) Fischer's Jahresber. 1891, 84; 1893, 108; 1894, 81. — [2]) Bayer, Ind. Gew. 1893; Fischer's Jahresber. 1893, 119. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1894, 80.

	Vorlage		Scrubber		Wascher	
	I	II	I	II	I	II
Ammoniak	25,76	20,40	9,24	13,30	1,26	3,40
Kohlensäure	?	39,20	?	39,00	?	21,82
Cyanwasserstoff	Spur	0,27	1,46	1,24	0,60	0,72
Rhodanwasserstoff	—	—	Spur	Spur	—	—
Schwefelwasserstoff	1,25	0,83	2,20	2,54	Spur	1,06
Schwefelsaures Ammon	1,08	1,09	Spur	Spur	—	—
Unterschwefligsaures Ammon . .	2,13	1,60	2,61	1,40	1,56	Spur
Chlorammonium	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—
Kohlenwasserstoffe, Phenole u. dergl.	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur

Simplex nennt Thwaite[1]) seinen Generator, welchen Fig. 224 im Schnitt zeigt. Die durch Trichter *a* aufgegebenen Kohlen werden im oberen Theile des Generators entgast, so daß dadurch seitlich eine Leuchtgasflamme gespeist werden kann, der Koks wird unten vergast. Der heißeste Theil des Generators ist mit einem Mantel *e* umgeben, in welchem die zur Vergasung erforderliche Luft vorgewärmt, dann von dem Dampfstrahlgebläse *d* angesaugt und unter den Rost *r* getrieben wird. Das gebildete Mischgas entweicht bei *n* in das Rohr *G*.

Fig. 224.



Der Mischgaserzeuger von Taylor (D. R.-P. Nr. 50 137) besteht aus einem cylindrischen Schachte aus Eisenblech, ist mit Glocken-Aufgebevorrichtung *A* (Fig. 225 a. f. S.), feuerfester Ausfütterung *M* und durch Thüren *D* geschlossenem Aschenfall versehen; in denselben wird durch ein Dampfstrahlgebläse *I* Wind eingeführt. Dieser tritt durch das Centralrohr *K* ein, welches als Drehzapfen für die ringförmige, von außen mittelst der Kurbel *E* drehbare Platte *G* dient. Die Verbrennungszone

[1]) Industries 1890.

beginnt 0,10 m über dem Windeintrittskegel; sobald dieselbe steigt, was man durch die Schaulöcher *B* erkennt, wird sie mit der ganzen Brennmaterialmasse auf die richtige Höhe zurückgebracht, indem man, ohne den Wind abzustellen, die Platte *G* dreht. Der Apparat bewährt sich [1]). Zwei Gasproben ergaben:

	I	II	
CO	27,0	27,0	Proc.
H	12,0	12,0	„
CH_4	2,5	1,2	„
CO_2	2,0	2,5	„
N	56,5	57,3	„

Fig. 225.

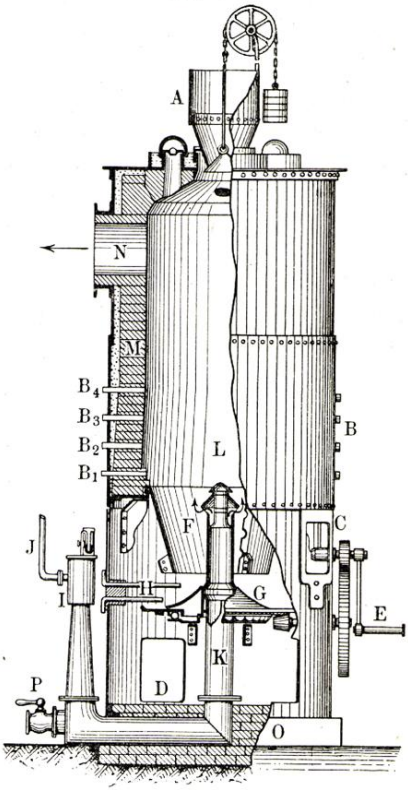


Fig. 226 (a. f. S.) zeigt den Gaserzeuger von Fichet u. Heurtey (D. R.-P. Nr. 74 982) [2]). Der in dem kleinen Kessel *w* erzeugte Dampf strömt durch das Rohr *a* zunächst nach dem im oberen Raume *h* des Ueberhitzers befindlichen Schlangenrohre *s*, wo er sich erhitzt und trocknet, alsdann weiter durch *b* nach dem Injector *i*, wo er die nöthige Menge Luft ansaugt; mit dieser umspült er die Röhren *r* des Ueberhitzers und wird dann durch *c* dem Brennmaterial in der Höhe des Schauloches *R* oberhalb einer dicken Schicht Asche zugeführt. Die sich in *S* sammelnden Gase strömen durch *k* und die Röhren *r* des Ueberhitzers herunter nach dem Kasten *Q*, von wo sie entweder durch Canäle in ungereinigtem Zustande nach der Verbrauchsstelle oder, wenn es sich um Speisung von Gasmotoren handelt, durch einen Scrubber und einen mit Holzspänen gefüllten Reiniger nach einer Glasglocke geleitet werden können. Der obere Deckel des Ueberhitzers kann leicht abgenommen werden, um die Röhren zu fegen, und der im Kasten *Q* angesammelte Ruß ist leicht zu entfernen. Es ist kein Rost vorhanden, sondern eine rotirende Scheibe *P*, die man mit der Handkurbel *H* in Bewegung setzen kann, so daß die durch die Drehung gelockerte Asche am Rande in den Aschenkasten fällt und von da alle 24 Stunden in einigen Minuten entfernt werden kann, ohne daß Luft eintritt. Durch die Schaulöcher RR_1 kann man sehen, wie die Verbrennung sich verhält, und ob eine Bewegung der Scheibe nöthig ist. Durch die Löcher *O* kann man mit Kratzern dem regelmäßigen Falle der

[1]) Fischer's Jahresber. 1894, 89; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, 1322. — [2]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, 1321; Fischer's Jahresber. 1894, 88.

Asche nachhelfen. Wenn die Brennmaterialmasse nicht regelmäßig sinkt, kann man die oberen Löcher *L* noch zu Hülfe nehmen; dies ist jedoch selten und nur bei fetter Kohle nöthig. Durch das Einblasen einer verhältnißmäßig sehr nassen Luft werden die Bildung und das Schmelzen von Schlacken verhindert, und die Asche enthält fast gar keine unverbrannten Theile, welche letzteren bei anderen Systemen mit Rosten bis zu 20 Proc. steigen können. Wenn man daneben die bekannten Schwierigkeiten einer Reinigung des Rostes bedenkt, so leuchtet ein, daß die Bedienung eines Taylor-Generators mit einer großen Ersparniß an Löhnen und Reparaturen verbunden ist. Der Umfang der Erzeugung ist durch Aenderung des Druckes des Injectors sehr verschieden zu machen und schwankt zwischen 35 k und 70 bis 80 k pro Stunde und Quadratmeter der wagerechten Fläche.

Fig. 226.

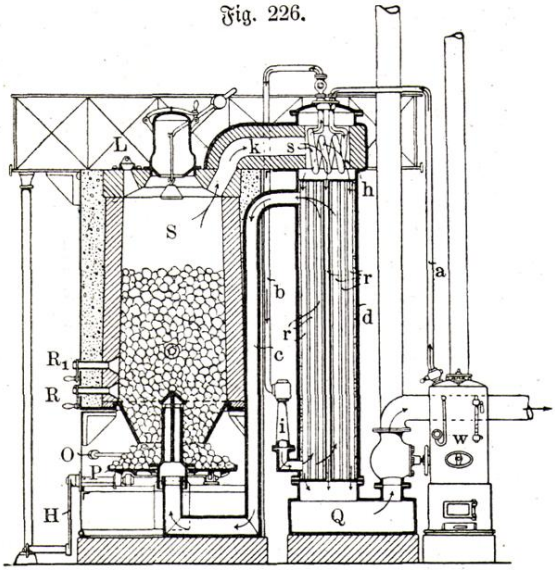
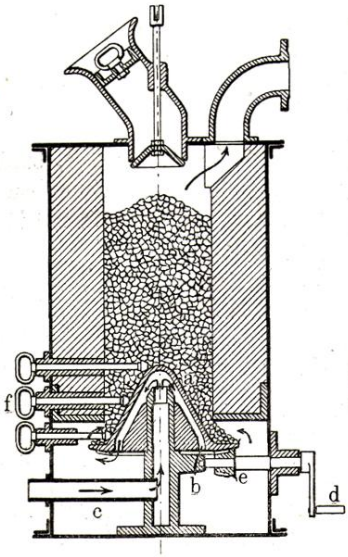


Fig. 227.



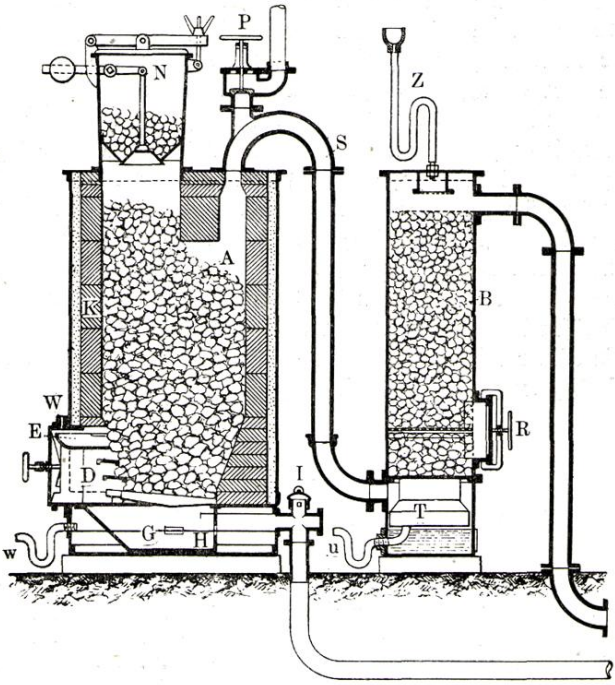
Nach einer anderen Construction der Gasmotorenfabrik Deutz (D. R.-P. Nr. 98 981) besteht der Boden des Generators aus einem drehbaren Kegel *a* (Fig. 227), dessen unterer Rand vom Rande des Ofenschachtes so weit absteht, daß der Wind genügenden Raum zum Durchtritt hat und eine Versetzung durch Schlacke nicht stattfinden kann. Der Gebläsewind wird in die Achse des Kegels *a* eingeführt und tritt dann, unter Kühlung desselben, durch dessen Canäle *b* in den geschlossenen Raum *c*, um von hier erhitzt zwischen Kegel und Schacht in letzteren zu entweichen. Behufs Entfernung von Schlackenansätzen am Kegel *a* sind im Schacht Stocheisen *f* verschiebbar, an welchen der

Kegel *a* vermittelst der Kurbel *d* und des Zahngetriebes *e* vorbeigedreht werden kann (vergl. S. 254).

Weniger gut erscheint der Gaserzeuger von Kitson[1]) und Dauber (D. R.-P. Nr. 54 995), Lönholdt (D. R.-P. Nr. 74 753), Knoop (D. R.-P. Nr. 78 848) und Abel (D. R.-P. Nr. 90 415).

Beim Mischgasapparate von Matter & Co. besteht der Gaserzeuger *A* (Fig. 228) aus einem mit feuerfestem Material *K* ausgefütterten Blechcylinder; zwischen letzterem und den Steinen *K* befindet sich noch eine Isolirschicht aus Sand. Der von den Roststäben getragene Brennstoff wird

Fig. 228.

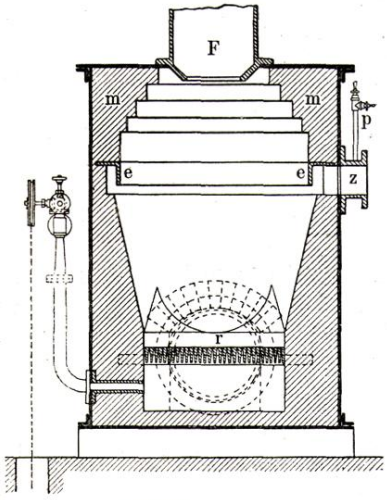


durch den Fülltrichter *N* eingeführt. Ein zweiter schräg gestellter Rost aus wenigen größeren Platten *D* verhindert das Hineinfallen der Kohle in den Aschenfall und zertheilt den der glühenden Kohlenschicht zugeführten Luftstrom. Durch einen bei *W* angedeuteten Hahn tropft ein dünner Wasserstrahl in den Trog *E*, wo er sich erwärmt und in Tropfen in den Aschenfall hinabträufelt. Mit Vortheil wird dazu das vom Kühlmantel des Gasmotors abfließende, schon vorgewärmte Wasser benutzt. Ein Theil des Wassers verdampft im Aschenkasten und gelangt in Dampfform in die glühende Brennstoffschicht, während der Ueberschuß des Wassers bei *w* abfließt, um sicher zu sein, daß

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1892, 420.

immer hinreichend Wasser vorhanden ist. Bei *H* tritt ein von einem kleinen Gebläse eingeblasener Luftstrom unter den Rost und führt den Wasserdampf mit. Das Gas tritt durch *S* in den Scrubber *B* unter Ueberwindung des geringen Widerstandes im Wasserverschuß *T*, durch welchen ein Zurücktreten nach dem Generator verhindert wird. Beim Durchstreichen der auf Rosten ruhenden Koksschicht bleiben die Staubtheilchen zurück und das Gas kühlt sich an dem durch den Syphon *Z* in Regenform einströmenden Wasser ab; das Kühlwasser fließt bei *u* ab und das Gas gelangt durch *Y* in den Gasometer und zur Maschine. Durch das Mannloch *R* kann alle zwei bis drei Monate die Koksfüllung herausgenommen werden, welche dann im Generator verbrannt wird. Der Gasometer wird immer voll gehalten und gestattet jederzeit den Beginn des Betriebes; dadurch kommt das Gebläse in Gang und bringt den Generator in kurzer Zeit auf die normale Betriebstemperatur. Wie beim Mischgasapparate ein selbstthätiges Abstellen des Injectors erfolgt, wenn die Gasometerglocke ihren höchsten Stand erreicht hat, so öffnet sich hier ein Ventil auf der Luftleitung selbstthätig, indem es mit der Gasometerglocke durch einen Drahtzug in Verbindung steht; die Luft entweicht dann ins Freie und die Gaserzeugung hört ganz oder theilweise auf. Die Füllung des Generators erfolgt alle fünf bis sechs Stunden; alle 24 Stunden wird durch *F* die Asche herausgenommen und das Feuer zwischen den Stäben *D* gestochert. Beim Abstellen des Motors öffnet man das Luftventil *J* bis zu einem bestimmten Hube und lüftet den Schieber *P* etwas. Dadurch entsteht während des Stillstandes ein leichter Luftzug durch den Generator, so daß man im Nothfalle ein oder zwei Tage lang das Feuer mit ganz geringem Aufwand brennend halten kann. Der Apparat wird zur Herstellung von Kraftgas empfohlen [1]). Das Gas soll angeblich folgende Zusammensetzung haben [2]):

Fig. 229.



Kohlensäure	5,0	Proc.
Kohlenoxyd	21,0	„
Methan	3,5	„
Aethylen	0,5	„
Wasserstoff	20,0	„
Sauerstoff	0,5	„
Stickstoff	49,1	„

Bei einem vom Verf. [3]) untersuchten Apparate von Hirzel erweitert sich der Kohlenraum über dem Rost *r* (Fig. 229) bis zum Gasabzug *z*, Eisenring *e* hält den ringförmigen Gassammelraum von den durch Fülltrichter *F* eingeführten Kohlen frei und trägt das Mauer-

[1]) Bayer. Ind. u. Gewerbebl. 1895, 105. — [2]) Industries 1893, 362; Fischer's Jahresber. 1895, 91. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 507.

werk *m*. Diese Vorrichtung verhindert die Erhitzung der Decke, vermindert also den Wärmeverlust und soll wohl eine Zersetzung der Destillationsproducte bezwecken. Dem Hahn *p* entnommene Gasproben enthielten bei Untersuchung mit dem kleinen Gasapparate (Bd. I, S. 250) 15 Proc. Kohlensäure. Beim Einschmelzen von Proben schied das Gas in den Glaskugeln sehr viel Wasser ab; es wurde also offenbar übermäßig Wasserdampf zugeführt. Die Untersuchung dieser Proben ergab:

Zeit	CO_2	CO	CH_4	H	N
11 Uhr 40 Min.	15,1	8,8	1,0	20,3	54,8
11 „ 55 „	14,8	8,8	0,6	20,1	55,7
2 „ 15 „	14,9	8,6	1,9	22,5	52,1

In der Mittagspause wurde abgeschlackt und neu beschickt. Der verwendete englische Anthracit enthielt trocken:

Kohlenstoff	92,31	Proc.
Wasserstoff	3,07	„
Sauerstoff (+ N + S)	1,52	„
Asche	3,10	„

Abgerundet war die mittlere Zusammensetzung des Gases:

Kohlensäure	15	Proc.
Kohlenoxyd	9	„
Methan	1	„
Wasserstoff	21	„
Stickstoff	54	„

Abgesehen von dem bei der Entgasung gebildeten Methan und Wasserstoff hat somit die Vergasung nach den Gleichungen 1, 2 und 5 (S. 195) etwa zu gleichen Theilen stattgefunden:

$$3\,C + 3\,O + 2\,H_2O = 2\,CO_2 + CO + 2\,H_2.$$

Durch den übermäßig zugeführten Wasserdampf ist die Temperatur im Gaserzeuger so niedrig gehalten, daß sie für die Reaction nach Gleichung 4 nicht ausreichte. 1 cbm Gas hatte einen Brennwerth von nur 1092 w, war demnach recht mangelhaft; thatsächlich konnte die 25 pferdige Maschine nicht damit ordentlich betrieben werden, um so mehr die mitgeführten Theernebel Schieber u. dergl. verschmierten. Die Temperatur war zu niedrig, um die Theerdämpfe zu zersetzen, so daß die Abführung des Gases in der Mitte den Zweck verfehlte.

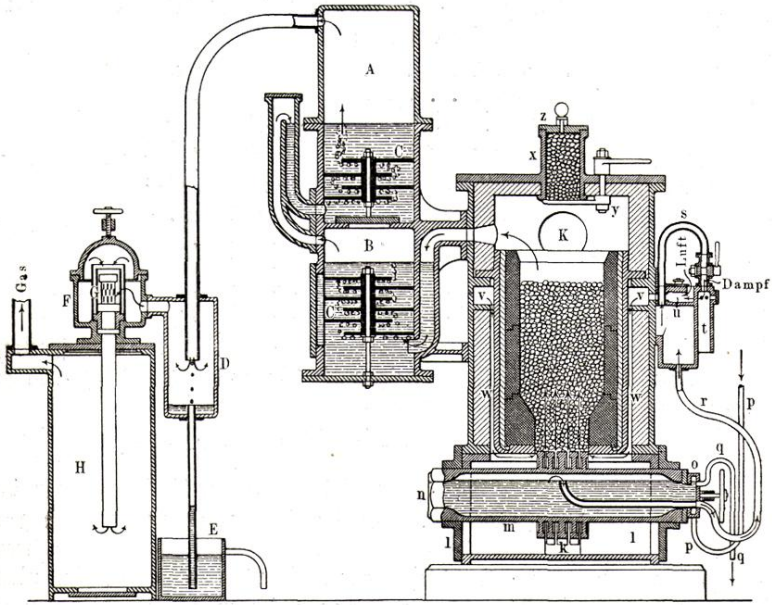
Dagegen gab die Mischgasanlage der Zürich-Bergbahn von Hirzel nach Hill Gas folgender Zusammensetzung:

	I	II	III	IV
CO_2	13,2	10,7	10,2	10,1
CO	16,1	17,1	17,2	16,7
H	26,7	21,3	24,8	24,3
CH_4	—	2,5	1,5	—
N (Rest)	44,0	48,4	46,3	48,9

Für Pferd und Stunde wurden 0,62 bis 0,67 k Kohlen verbraucht.

Bénier (D. R.-P. Nr. 73945) verbindet mit seinem Motor eine Pumpe, welche entsprechend dem Kraftbedarf Luft und Wasserdampf, sie zu Gas umbildend, durch den Generator hindurch saugt und unter weiterem Luftzusatz direct in den Arbeitscylinder befördert. Als Dampferzeuger dient ein eigenthümlich geformter drehbarer Hohlrost; der Gasometer fällt fort[1]). Im Aschenfallgehäuse *l* (Fig. 230) liegt drehbar eingefügt der Hohlcylinder *m*, er trägt in seiner Mitte eine Anzahl weit vorspringender Rippen *k*. Diese Rippenringe füllen den unteren quadratischen Querschnitt des Generatorschachtes aus und dienen als rostartige Auflage für den Brennstoff, während das Dampfluftgemisch durch die Räume zwischen den einzelnen Rippen seinen Ein-

Fig. 230.



tritt in das Feuer nimmt. Zu bestimmten Zeiten wird der „Rostcylinder", welcher im Uebrigen luftdicht in den Generatorwandungen gelagert ist, an dem Sechskant *n* gedreht. Es kommen dann andere Theile der Rippen als Rost in Benutzung, und die außer Thätigkeit gesetzten können von der Seite her, durch eine Oeffnung in der Aschenkastenwand, bequem gereinigt werden. Da nach dem Drehen des Hohlcylinders stark erwärmte Theile desselben plötzlich mit dem Wasserraume in Berührung kommen, so wird dies zu verstärkter Dampfbildung Veranlassung geben. Auch der freie Rostquerschnitt erfährt jedenfalls eine Aenderung nach dem Drehen des Cylinders. Schroffe Wechsel in den Dampf- und Luftzuführungsverhältnissen während des Betriebes sind für die Regelmäßigkeit der Gasentwickelung aber jedenfalls nicht wünschens-

[1]) Journ. f. Gasbel. 1899, 309.

werth; man wird also gut thun, das Drehen und die Reinigung des Rostes jedesmal zum Schluß des Betriebes vorzunehmen.

An dem Kopfe des Rostcylinders *m* befindet sich das Ansatzstück *o* zur Aufnahme des Speisewasserrohres *p*, des Wasserabflußrohres *q* und des Dampfrohres *r*. Das Ansatzstück *o* ist mit den Aschenkastenwandungen fest, mit dem Rostcylinder drehbar verbunden. Durch die Lage der Mündung des Wasserabflußrohres in dem Ansatzstücke *o* ist die Höhe des Wasserstandes ein- für allemal gesichert. Als Speisewasser kann das aus den Gaskühlapparaten abfließende vorgewärmte Wasser oder das Kühlwasser aus dem Arbeitscylinder benutzt werden. Die zur Verfügung stehende Wassermenge übersteigt den Dampfverbrauch wesentlich, so daß ein dauerndes Ueberfließen durch Rohr *q* stattfinden kann. Das Wasserabflußrohr ist etwas nach oben gebogen, so daß im Innern des Hohlcylinders stets ein geringer Dampfüberdruck, entsprechend der Wassersäule im Bogen des Ausflußrohres *q* vorhanden ist. Luft und Dampf werden durch den Generator hindurchgesaugt. Die durch einen Schieber regelbare Oeffnung für die Luft befindet sich bei *s*. Der Dampf sammelt sich in der unten offenen Glocke *t*, tritt also hier mit der Atmosphäre in Berührung und verliert seine geringe Spannung, so daß Luft und Wasserdampf unter stets gleichen Druckverhältnissen angesaugt werden können. Von der inneren Glockenwandung gehen eine Anzahl feiner Oeffnungen nach dem Mischraume *u*. Wie durch Pfeile angedeutet, vereinigen sich hier Luft und Dampf und treten durch die Kammer *v* in den Generator selbst ein. Sie durchstreichen dabei, zuerst sich vorwärmend, den Ringspalt *w* in der Generatorwand und treten dann durch den Rost in die unten glühende, oben kälter werdende Kohlenschicht. Es bildet sich ein in der Hauptsache aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehendes Gas, welches nur der Abkühlung und oberflächlichen Reinigung bedarf, um es im Motor direct zur Verbrennung bringen zu können. Das Nachwerfen neuen Brennmaterials erfolgt durch den Füllschacht *x*. Um den Eintritt der äußeren Luft in den Generator während des Nachfüllens zu verhindern, schließt man den Schacht *x* vorher durch den Schieber *y*, setzt dann den Deckel *z* wieder auf und kann dann Schieber *y* wieder öffnen.

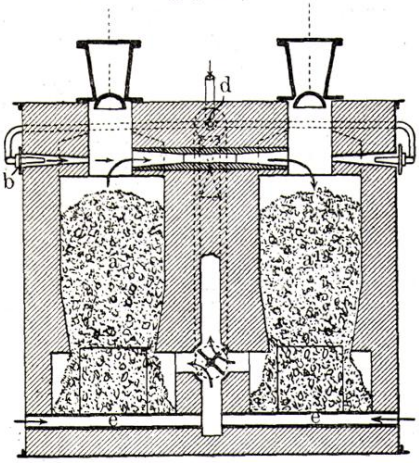
Für den Gebrauch im Motor ist das Gas zu kühlen und von mitgerissenem Staub und Aschetheilchen zu reinigen. In den Räumen *A* und *B*, welche zum Theil mit Wasser gefüllt sind, wird durch die eingefügten „Zickzackplatten“ *C* dem Gase ein langer Weg vorgeschrieben, auf dem es Gelegenheit findet, mit Wasser in Berührung zu treten und sich ausreichend abzukühlen. In den oberen Behälter *A* fließt ständig kaltes Wasser zu; ein ersichtliches Ueberlaufrohr führt das Wasser in den unteren Behälter *B* ab, von wo es ins Freie fließt. Der Kühlwasserstrom durch den Kühler ist dem Gasstrome entgegengesetzt gerichtet. Das Gas tritt zuerst in den Behälter *B* und dann in den Raum *A*, wie durch Pfeile angedeutet. Der Raum *D* hat den Zweck, aus den Kühlapparaten mitgeführtes Wasser aufzufangen und nach dem Behälter *E* hin abzuführen. Von *D* tritt das nunmehr abgekühlte und von mitgeführtem Wasser befreite Gas noch in einen Staubfänger *F*, welcher aus mehreren ineinandergeschachtelten Glocken besteht, die aus gelochtem Blech gefertigt sind;

auch hier geben Pfeile den Weg des Gases an. Schließlich gelangt das Gas in den Raum H, welcher als Vorrathsbehälter dient, von dem es die Gaspumpe des Motors entnimmt.

Wie bei den meisten Gasapparaten, läßt man das Feuer im Generator während der Nacht und auch bei längeren Ruhepausen nicht ausgehen, vielmehr öffnet man nach dem Stillsetzen des Motors ein Ventil in der Oeffnung K der Generatorwand, welches die Verbindung mit dem Schornsteine herstellt, ein wenig und läßt das Feuer langsam weiter brennen.

Nach Thwaite (D. R.-P. Nr. 15 621) sind zwei Gaserzeuger $a\,a^1$ (Fig. 231) in der Weise mit einander verbunden, daß durch den einen a vermittelst eines Dampfejectors b Luft hindurchgesaugt und die Kohle zur lebhaften Verbrennung gebracht wird, während die Producte dieser Verbrennung zusammen mit dem Ejectordampf durch die weißglühende Kohle des anderen Gaserzeugers a^1 hindurchgedrückt werden. Ist die Temperatur des letzteren so weit heruntergegangen, daß der Wasserdampf durch die Kohle nicht mehr zersetzt wird, so wechselt man den Luft- und Gasdurchgang durch Umstellen der Ventile $c\,d$ um.

Fig. 231.



Bull (D. R.-P. Nr. 28 457) will einen mehrtheiligen Generator verwenden. — Gobbe[1]) will den zweitheiligen Gaserzeuger mit einem Regenerator verbinden.

Nach Berner (D. R.-P. Nr. 78 452) wird in einem zweitheiligen, mit Kohle beschickten Generatorschachte durch Einblasen von Wind in der einen Schachthälfte Generatorgas erzeugt, welches nach Ueberführung in die andere Schachthälfte mit dem daselbst mittelst überhitzten Wasserdampfes erzeugten Wassergase zu Mischgas vereinigt wird. Sobald zufolge der Bildung des Halbwassergases Abkühlung der zweiten Schachthälfte eintritt, werden die Schieber umgestellt und dadurch die Wirkung der beiden Schachthälften vertauscht.

Althans (D. R.-P. Nr. 51 617) will aus Kohle durch Einblasen von Luft und Dampf eine Art Mischgas erzeugen; seine Angaben[2]) bedürfen der Bestätigung.

Neuerdings empfiehlt die Gasmotorenfabrik Deutz (D. R.-P. Nr. 104 577) ein Verfahren zur ununterbrochenen Erzeugung eines Heizgases aus bituminöser Kohle, bei welchem das durch starkes Einblasen von Luft (mit

---

[1]) D. R.-P. Nr. 75 739; Fischer's Jahresber. 1895, 89. — [2]) Fischer's Jahresber. 1889, 106; 1890, 193.

oder ohne Beimischung von Wasserdampf) in die glühende Kohle erhaltene, mit Theeren beladene Heizgas durch eine glühende Koksschicht unter abermaligem Einblasen von Luft geleitet wird, um die Theere in uncondensirbare Gase zu zerlegen, gekennzeichnet durch die Zuführung von so viel Luft, daß eine genügende Verbrennung von Koks eintritt, um die Temperatur der Koksschicht auf gleicher Höhe zu erhalten, zum Zweck, ein theerfreies Heizgas in einem einzigen ununterbrochenen Strome, ohne daß Umschaltungen nöthig sind, zu erzeugen.

Fig. 232.

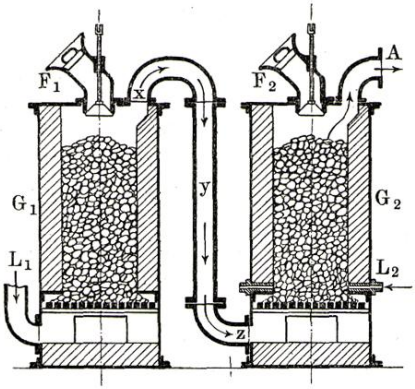


Fig. 234.

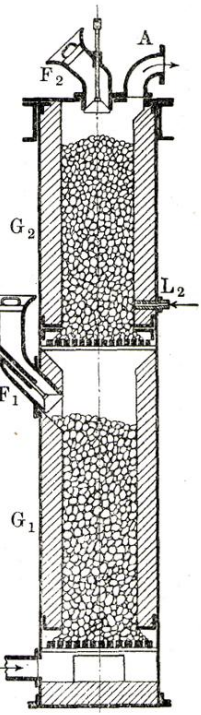


Fig. 233.

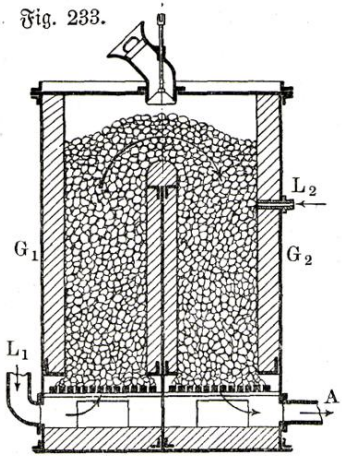


Fig. 232 zeigt zwei mit einander verbundene Generatoren G_1 und G_2, von denen der erste mit bituminöser Kohle, der zweite mit Koks (oder Anthracit) beschickt wird. Im Beharrungszustande befindet sich im ersten Generator im unteren Theile glühender Koks, darüber Kohle, im Generator G_2 in der ganzen Höhe des Schachtes glühender Koks. Wird nun in dem ersten Generator durch L_1 Luft mit oder ohne Zusatz von Wasserdampf eingeblasen, so bildet sich beim Durchziehen der Koksschicht ein aus Kohlenoxyd, Stickstoff

und etwaigem Wasserstoff bestehendes Generatorgas, welches die obere Kohlenschicht zur Rothglut erhitzt, die Destillationsproducte der Kohle austreibt und die Kohle in Koks verwandelt. In dem Maße, wie der Koks über dem Roste abbrennt, wird durch die Füllöffnung F_1 frische Kohle nachgefüllt, die sich dann allmählich wieder in Koks verwandelt. Die Destillationsproducte treten gemischt mit dem Generatorgase durch die Oeffnung x aus dem Generator aus und gelangen durch das Verbindungsrohr y und die Eintrittsöffnung z unter den Rost des zweiten Generators G_2, den sie von unten nach oben durchstreichen. Gleichzeitig strömt an einer beliebigen Stelle im unteren Theile des Generators durch die Düsen L_2 Luft ein. Im Generator G_2 werden nun die Destillationsproducte unter Gegenwart von Luft in Wasserstoff und Kohlenoxyd umgesetzt, indem zunächst im unteren Theile des Ofens die Destillationsproducte und der Koks des Ofens zu Wasser und Kohlensäure verbrennen, die im oberen Theile des Ofens zu Kohlenoxyd und Wasserstoff reducirt werden. Das Endproduct entweicht durch den Austrittsstutzen A zu beliebiger Verwendung.

Fig. 234 (a. v. S.) zeigt eine andere Ausführungsform, bei welcher der Koksgenerator G_2 direct über dem Kohlengenerator G_1 angebracht ist, um das Verbindungsrohr y zu vermeiden. Hierbei fällt die Asche des Koksgenerators direct in den Kohlengenerator. Man kann jedoch den oberen Generator etwas seitlich setzen, so daß er einen besonderen Aschenfall hat. Es bedeuten wieder L_1 und L_2 die Luftzuführungsöffnungen, F_1 und F_2 die Beschickungstrichter.

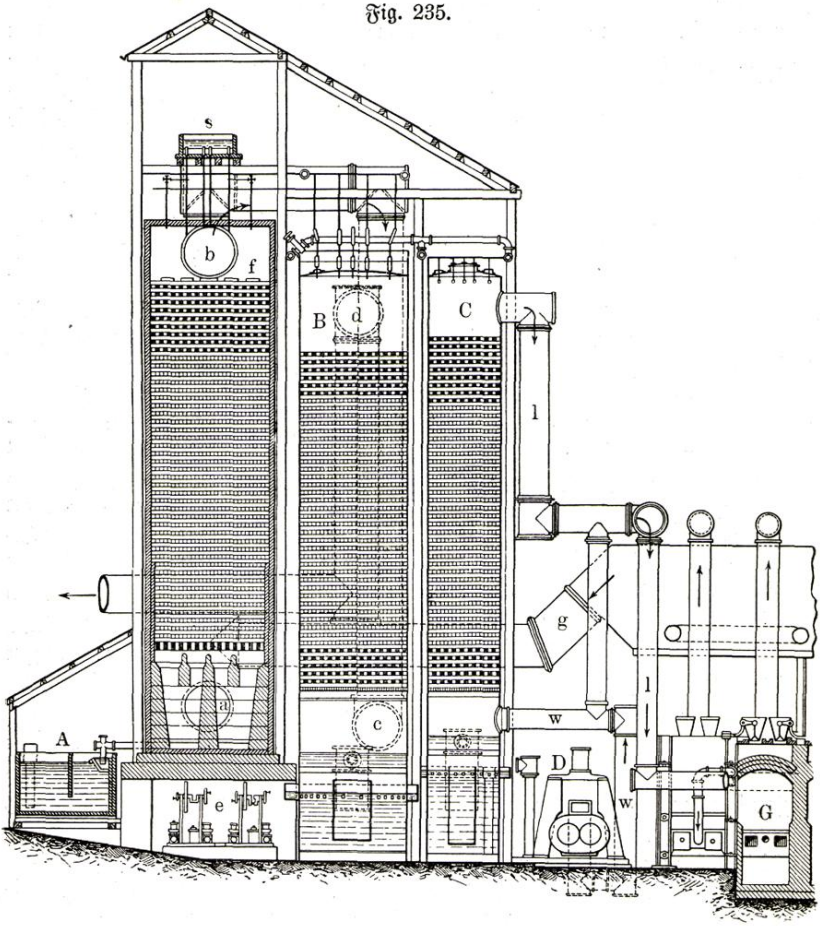
An der Ausführungsform der Fig. 233 (a. v. S.) liegt der zweite Generator G_2 seitlich vom ersten G_1, die Gase durchstreichen aber nur den ersten von unten nach oben, den zweiten dagegen von oben nach unten. In Folge dessen ist die zweite Lufteinführung L_2 im oberen Theile und der Gasabzug A im unteren Theile des Generators angebracht. Die Generatoren können einzeln aufgestellt und durch ein Rohr verbunden werden, oder sie können zu einem einzigen Generator vereinigt werden. Der erste Generator wird wiederum mit Kohle, der zweite mit Koks beschickt, und es dienen (nicht gezeichnete) Füllöffnungen über jedem Schachte zum Einführen des betreffenden Brennstoffs. Diese Ausführungsform bietet aber auch die Gelegenheit, beide Generatoren mit bituminöser Kohle zu beschicken, in welchem Falle man mit einer einzigen Füllöffnung auskommt. Dabei wird der im zweiten Generator zur Vollendung des Processes nöthige Koks aus der Kohle selbst hergestellt. Beide Generatoren enthalten im unteren Theile Koks, im oberen Theile frische Kohle. Das im ersten Generator gebildete Generatorgas muß heiß genug sein, um die im oberen Theile beider Generatoren gelagerte Kohle zum Glühen zu bringen und zu entgasen. An einer geeigneten Stelle des zweiten Generators, unterhalb deren die Kohle bereits ziemlich vergast ist, wird Luft zugeführt, und es verläuft dann der Proceß im Generator G_2 wie vorbeschrieben. In dem Maße, wie die beiden Koksſäulen durch den Abbrand über dem Rost sinken, wird im oberen Theile beider Generatoren neue Kohle entgast, also neuer Koks gebildet, der sich dann in beide Generatoren vertheilt.

Zur Aufrechterhaltung des Beharrungszustandes und zur Erzielung der

nöthigen Temperaturen kann man die bei L_1 und L_2 eingeführte Luft entweder vorwärmen oder andererseits an geeigneten Stellen Wasserdampf in die Generatoren einleiten, wodurch bekanntlich unter Bildung von Wassergas Wärme entzogen wird.

L. Mond[1]) verbindet mit der Herstellung von Mischgas die Gewinnung von Ammonsulfat. Die in den Generatoren G (Fig. 235 und 236)

Fig. 235.

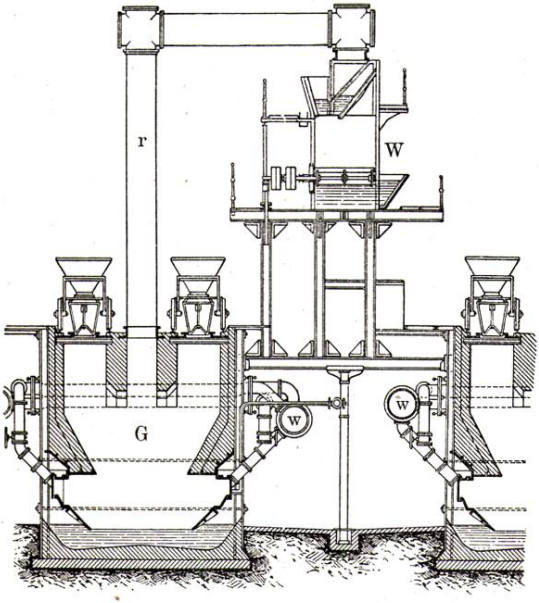


gebildeten Gase werden durch Rohr r in zum Theil mit Wasser gefüllte Wascher W geleitet, in denen das Wasser durch Schaufelräder kräftig bewegt wird. Dabei verdampft ein Theil des Wassers und der Sprühregen wäscht alle Staubtheile aus den Gasen aus, indem er zugleich das gebundene Ammoniak verflüssigt. Das Wasser wird also bis zu einem gewissen Grade mit

[1]) Journ. Soc. Chem. Ind. 1889, 505.

Ammoniaksalzen gesättigt, und läuft regelmäßig eine geeignete Menge davon ab, um durch Destillation mit Kalk und Ammoniak verarbeitet zu werden. Passende Vorrichtungen an diesen Kammern gestatten das Abziehen des allmählich sich ansammelnden Theeres. Die Gase, welche etwa 100° warm austreten und mit einer beträchtlichen Menge Wasserdampf beladen sind, werden durch Rohr *g* bei *a* in einem mit durchlöcherten Backsteinen angefüllten Thurme *S* durch Schwefelsäure, welche aus dem Behälter *s* zufließt, von Ammoniak befreit. Man verwendet hierfür eine 36- bis 38 procentige Lösung von Ammonsulfat mit Zusatz von etwas Schwefelsäure, so daß die ablaufende Flüssigkeit höchstens 2,5 Proc. freie Säure enthält; ein höherer Procentsatz Säure würde auf die Theerproducte einwirken und dunkel gefärbte Laugen verursachen. Die ablaufende Flüssigkeit tritt in einen Theerscheider *A* ein, in welchem die Ammonsulfatlösung von Theer befreit wird. Der größere Theil der Lauge wird durch Pumpe *e* in den Behälter *s* zurückgepumpt. Ein gewisser Theil wird nach der Behandlung mit einer geringen Menge schwerer Theeröle, behufs Entfernung theerartiger Stoffe, in kegelförmigen, mit Blei ausgelegten Pfannen, vermittelst bleierner Dampfschlangen, unter stetem Nachfüllen so weit eingedampft, bis die ganze Masse dick wird. Diese bringt man dann auf eine Ablaufvorrichtung und erhält so nach dem Auswaschen mit wenig Wasser ein gutes, leicht verkäufliches Ammonsulfat. Die Mutterlauge, welche alle freie Säure enthält, wird zu den Condensatoren zurückgepumpt. — Das Gas enthält bei seinem Eintritt in diesen Säurethurm 0,13 Vol.-Proc. Ammoniak, beim Austritt durch Rohr *b* kaum 0,013 Proc. desselben. Das 80° warme Gas ist vollständig mit Wasserdampf gesättigt, so daß hier eine nur unwesentliche Wasserabscheidung erfolgt ist. Das Gas tritt nun bei *c* in einen Condensator ein, der mit durchlöcherten Holzklötzen gefüllt ist. Hier trifft es mit einem Strome kalten Wassers zusammen, welcher den Dampf verdichtet und ein etwa 78° warmes Wasser erzeugt. Abgekühlt auf

Fig. 236.



40 bis 50°, tritt das Gas bei *d* in die Hauptleitung *e*, um nach den verschiedenen Gebrauchsplätzen hingeleitet zu werden. Das eben erwähnte heiße Wasser wird zur Entfernung des Theers in ein geeignetes Gefäß geleitet und wird dann nach einem dritten Thurme *C* gepumpt, durch welchen in entgegengesetzter Richtung zum Wasser ein kalter Luftstrom streicht, welcher vermittelst eines Root'schen Gebläses *D* durch Rohr *w* eingetrieben und durch Rohr *l* und *w* nach den Generatoren *G* (Fig. 236) gedrückt wird. Die Luft wird dadurch auf etwa 76° erwärmt und mit Wasser gesättigt, während das Wasser den Apparat kalt genug verläßt, um in dem Scrubber *B* Verwendung finden zu können. Auf diese Weise werden dem Generator etwa zwei Drittel des Dampfes wieder zugeführt, der ursprünglich eintrat, so daß nur ein Drittel des ursprünglich angewandten Dampfes ersetzt zu werden braucht. Dieser Bedarf wird durch den abgehenden Dampf der Betriebsmaschinen geliefert. Die Gasgeneratoren *G* (Fig. 235 und 236) sind von rechteckigem Querschnitt (1,830 × 3,660 m), so daß eine Anzahl derselben in einer Reihe aufgestellt werden kann. Die Einführung der Luft und das Ausziehen der Asche geschieht an den beiden kürzeren Seiten des Generators. Dieselben laufen nach der Mitte zusammen und sind mit Wasserverschluß versehen. Die Luft tritt unter einem Drucke von 10 cm Wasserhöhe ein. Die Asche wird unterhalb des Wasserspiegels ausgezogen. Die Luft aus Rohr *w* tritt oberhalb des Wasserspiegels ein. Die Kohle fällt durch Trichter neben dem Abzugsrohre *r* ein. Zwischen Rohr und Trichtern sind zwei hängende Gewölbe eine gewisse Strecke nach unten geführt, und wird die Höhe der Kohle oberhalb der unteren Gewölbelinie gehalten, so daß die Destillationsproducte der frisch aufgeschütteten Kohle gezwungen werden, durch bereits in voller Glut befindliche Schichten zu streichen, wodurch ein großer Theil der theerartigen Producte vergast wird. Ebenso wird der beim Beschicken entstehende Kohlenstaub im Generator zurückgehalten. Verwendet wird eine gewöhnliche Sorte von Kohlengestübbe mit 33,5 Proc. flüchtigen Stoffen (einschließlich Wasser), 11,5 Proc. Asche und 55 Proc. nicht flüchtigem Kohlenstoff. Die ausgezogene Asche und Schlacke enthält noch 33 Proc. Kohlenstoff, wovon die Hälfte durch Auslesen zurückgewonnen und wieder zur Beschickung der Generatoren benutzt wird. Der Gesammtverlust an unverbranntem Kohlenstoff beträgt etwa 3 bis 4 Proc. der angewandten Kohle. Das gewonnene Gas enthält im trockenen Zustande:

Kohlensäure	15	Proc.
Kohlenoxyd	10	„
Wasserstoff	23	„
Kohlenwasserstoffe	3	„
Stickstoff	49	„

Die thatsächliche Ausbeute an Ammonsulfat beträgt 32 k von 1 t Kohlen, also 4 t Sulfat aus 125 t Kohlen. Mithin kommen auf die Gewinnung von 1 t Ammonsulfat bei gleichbleibendem Wärmeverbrauch 6,25 t Kohlen. Dieses ist ungefähr dieselbe Menge Brennstoff, welche zur Herstellung von 1 t Leblanc-Soda aufgewandt werden muß, bekanntlich ein Product von nicht der Hälfte des Werthes des Ammonsulfates. — Nach englischen Preisen zu

Northwich entspricht diese Brennstoffmenge einem Werthe von 35 Mk. Dazu kommt noch die Arbeit, um die Kohlen in der beschriebenen Weise zu verbrennen, Kosten für Schwefelsäure u. dergl., so daß eine Summe von 90 bis 100 Mk. für 1 t Ammonsulfat herauskommt. Bei einem Verkaufspreise, 240 Mk. für 1 t, bleibt, selbst nach liberalen Abschreibungen auf die Anlage, ein reichlicher Nutzen. Derselbe wird allerdings durch Erhöhung der Kohlenpreise wesentlich geringer werden, und werden die Unkosten für eine kleine Anlage das Verfahren bedeutend vertheuern.

Mischgasanlage nach Mond soll sich nach Ritschie[1]) für Stahlwerke bewähren; das Gas hatte folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	
Kohlensäure	17,8	10,5	Proc.
Kohlenoxyd	10,5	21,6	„
Aethylen	0,7	0,4	„
Methan	2,6	2,0	„
Wasserstoff	24,8	17,7	„
Stickstoff	43,6	47,8	„

Die hohen Anlagekosten stehen der Ausbreitung dieses Verfahrens entgegen.

In den Mischgaserzeugern wird zwar auch die Reaction $C + O_2 = CO_2$ vorkommen. Da aber in den heißen Kohlen CO_2 wieder mehr oder weniger vollständig zu CO reducirt wird, so ist diese Reaction bei der Berechnung der Mischgasbildung nicht zu berücksichtigen. Als wärmeerzeugend bleibt also nur die Reaction:

$$(2)\quad C + O = CO,$$

bei welcher nach S. 195 294 hw entwickelt werden. Wird kein Wasserdampf mit eingeführt, so dient diese Wärmemenge — soweit sie nicht durch Leitung und Strahlung des Generators verbraucht wird — dazu, das entweichende Generatorgas ($CO + N$) auf etwa 1000° zu erhitzen. Ohne die Temperatur unter die zur Wasserzersetzung erforderliche (vergl. S. 202) zu erniedrigen, werden für diese etwa 100 hw nutzbar gemacht werden können.

Bei der Zersetzung von Wasserdampf mit Kohle ergiebt sich nach S. 195:

		Wärmeentwickelung im Gaserzeuger	Brennwerth des Gases
(4)	$C + H_2O = CO + H_2$	— 288 hw	1264 hw
(5)	$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$	— 188 „	1164 „

Demnach erfordert Reaction 4 dreimal Reaction 2, Reaction 5 nur zweimal, somit:

$$(6)\quad 4C + 3O + H_2O = 4CO + H_2$$

$$(7)\quad 3C + O_2 + 2H_2O = CO_2 + 2CO + 2H_2.$$

Danach ergeben sich für 48 bezw. 36 k Kohlenstoff:

[1]) Americ. Manuf. 57, 7.

	Menge in Cubikmetern		Proc. Zusammensetzung	
	(6)	(7)	(6)	(7)
CO_2	—	22,3	—	11,4
CO	89,2	44,6	37,6	22,8
H	22,3	44,6	9,4	22,8
N	125,8	83.9	53,0	43,0
	237,3	195,4	100,0	100,0
Brennwerth . . .	3296 hw		2512 hw	

1 k Kohlenstoff giebt also in beiden Fällen 69 hw; 1 cbm Gas nach 4 hat einen Brennwerth bezw. auf Wasserdampf von 1389 w, nach 5 nur von 1284 w.

Die Zusammensetzung des Gases wird sich im Allgemeinen um so mehr der unter 6 angegebenen nähern, je gleichmäßiger die Temperatur auf etwa 1000° gehalten wird. Ganz wird sie der unvermeidlichen Wärmeverluste des Apparates wegen ohne Vorwärmung von Luft und Dampf nicht erreicht werden können, während Gleichung 5 auch bei etwas niederer Temperatur verläuft, wenn die Apparate genügend groß sind. — Nach Gleichung 2 und 4 sind demnach auf je 160 cbm Luft 18 k Wasserdampf, nach 2 und 5 sind 36 k Wasserdampf erforderlich; wird mehr zugeführt, so wird Wärme weggeführt, die Temperatur im Generator herabgesetzt und in Folge dessen schlechtes Gas erzeugt. Ein Dampfstrahlgebläse erfordert zum Einführen einer bestimmten Luftmenge um so mehr Dampf, je größer der zu überwindende Widerstand ist. Dieser hängt aber ab von der Beschaffenheit der Rohrleitungen, der Kohlenschicht, den Reinigern u. s. w. Das Verhältniß zwischen Luft und Dampf wechselt auch, wenn beim Heben der Gasometerglocke der Dampf gedrosselt wird und hängt noch besonders vom Dampfdruck und von der Construction des Gebläses ab, alles Umstände, welche die gleichmäßige Lieferung eines guten Gases in Frage stellen können. Viel sicherer, wenn auch nicht so bequem, würde die gesonderte regelbare Einführung von Preßluft und Wasserdampf oder unter Umständen Absaugen des Gases sein.

Könnte im Gaserzeuger fast sämmtliche Wärme (durch Vorwärmung von Luft und Dampf) nutzbar gemacht werden[1]), so könnte für zweimal Reaction 2, zweimal Reaction 4 und dreimal Reaction 5 erreicht werden:

$$(8) \qquad 4\,C + O_2 + 2\,H_2O = 4\,CO + 2\,H_2$$

$$(9) \qquad 5\,C + O_2 + 6\,H_2O = 3\,CO_2 + 2\,CO + 6\,H_2.$$

Danach ergeben sich für 48 bezw. 60 k Kohlenstoff:

	Menge in Cubikmetern		Proc. Zusammensetzung	
	(8)	(9)	(8)	(9)
CO_2	—	66,9	—	20,3
CO	89,2	44,6	41,1	13,6
H	44,6	133,8	20,4	40,7
N	83,5	83,5	38,5	25,4
	217,3	328,8	100,0	100,0

[1]) Vergl. Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 509; 1894, 88.

Es sollte also möglichst dahin gestrebt werden, die Wärme der abziehenden Gase zur Vorwärmung des Luft-Dampfgemisches zu verwerthen.

Aus Anthracit hergestelltes Mischgas riecht stark, so daß Zuführung von Mercaptan oder dergleichen nicht erforderlich ist. Trillich stellte wiederholt Versuche an auf die Empfindlichkeit des Geruches, des Palladiumchlorürpapieres und des Bleipapieres, letzteres als Reagens auf Schwefelwasserstoff, indem er in ein Zimmer mit der Gasuhr gemessene Gasmengen ausströmen ließ und die Luft mit Wedeln rasch durchmischte. Bei einer Ausströmung von 0,2 pro Mille Gas = 0,04 pro Mille Kohlenoxyd war sofortiger deutlicher Gasgeruch bemerkbar, bei einer Ausströmung von 0,5 pro Mille Gas = 0,1 Proc. Kohlenoxyd war der „Gasgeruch" intensiv, erst nach 25 Minuten aber traten schwache Reactionen an den Papieren ein. Bei einer Ausströmung von 2 pro Mille Gas = 0,4 pro Mille Kohlenoxyd war der „Gasgeruch" betäubend, das Bleipapier in 10 Minuten stark gebräunt, das Palladiumpapier schwach grau. Bei künstlicher Beleuchtung steht die Sache noch viel schlimmer, so daß der Geruch viel schärfer und rascher Gasausströmungen nachweist als jedes chemische Reagens, insbesondere Palladiumchlorürpapier. Immerhin wird man dort, wo Gas erzeugt oder verwendet wird, für kräftige Lüftung sorgen müssen, so insbesondere das Gashaus mit Dachreitern mit Klappen versehen, damit ausströmendes Gas oben abziehen kann (vergl. S. 247).

Für kleinere Anlagen ist die Reinigung eines Gases von theerigen Stoffen sehr lästig, so daß diese meist Anthracit oder Koks vorziehen. Für größere Anlagen würde die Abscheidung des Theers 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.

Mischgas wird schon jetzt in sehr großen Mengen zum Betreiben der Gaskraftmaschinen verwendet und ersetzt mehr und mehr den Dampfmaschinenbetrieb. Große Mischgaskraftmaschinen erfordern für ein Stundenpferd nur 0,5 bis 0,6 k Anthracit, während Dampfmaschinen meist die doppelte Kohlenmenge erfordern. Mischgas wird ferner verwendet zum Heizen von Trocken- und Röstvorrichtungen u. dergl. [1]).

Der Mischgasbetrieb ist ebenso einfach, als der der Generatoren, die Wärmeausnutzung ebenso günstig als die des Wassergasverfahrens (S. 223); über das Dellwik-Fleischer'sche Verfahren sind die Ansichten noch getheilt. In nachstehender Tabelle sind des besseren Vergleiches wegen die Ausbeuten von Koksgeneratorgas und Wassergas auf denselben Koks berechnet.

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1893, 120.

	Leuchtgas	Wassergas		Mischgas	Generatorgas		
						aus Koks	
		Generator	Wassergas		aus Kohle	ohne Wasser	mit Wasser
Schwere Kohlenwasserstoffe . . .	3,8	0	0	0	—	0	0
Methan	36,0	0,3	0,4	0,6	1,9	Spur	0,4
Wasserstoff	48,0	2,3	48,6	18,4	6,5	1,9	14,0
Kohlenoxyd	8,0	28,5	44,0	26,6	23,7	29,4	26,0
Kohlensäure	1,4	4,0	3,3	7,2	5,3	2,0	6,9
Stickstoff	2,8	64,9	3,7	47,0	62,6	66,7	52,8
Brennwerth von 1 cbm Gas . .	5300	950	2630	1345	1050	950	1190
1 k Kohle giebt Cubikmeter Gas .	0,3	3,13	1,13	4,8	4,52	5,0	4,77
Proc. Ausnutzung	20	42	43	83	60	68	80
		85					