

Anhang. Antiklopfmittel.

In hochkomprimierenden Motoren verbrennen die Benzine manchmal explosionsartig, bevor der Zündfunke das Gasgemisch zur Entzündung gebracht hat. Der Motor zeigt dann keinen ruhigen Gang, er klopft ¹⁾. Ganz geringe Mengen mancher Zusätze vermögen das Klopfen zu verhindern. So wird unter dem Namen *Motalin* Benzin mit einer kleinen Beimengung von Eisencarbonyl $\text{Fe}(\text{Co})_5$ in den Handel gebracht. In Amerika wird auch das höchst giftige Bleitetraäthyl $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ zu dem gleichen Zwecke benützt (1 Teil auf 1000 Teile Benzin).

3. Gasförmige Brennstoffe.

Die Verwendung gasförmiger Brennstoffe bringt so mannigfaltige Vorteile mit sich, daß nicht nur die bei technischen Prozessen als Nebenprodukte gewonnenen brennbaren Gase zu Heizzwecken benützt, sondern Heizgase auch in besonderen Anlagen erzeugt werden.

Die Hauptvorteile der Gasfeuerung sind folgende:

1. Gase lassen sich leicht mit Luft mischen und es ist daher ein geringerer Luftüberschuß — etwa $1\frac{1}{4}$ der theoretisch nötigen Menge — zur vollkommenen Verbrennung erforderlich.

2. Die Verbrennung erfolgt ohne Rauch- und Rußentwicklung und ohne Hinterlassung von Asche.

3. Je nach den Mischungsverhältnissen von Heizgas und Luft kann entweder mit reduzierender oder oxydierender Flamme gearbeitet werden, was für viele, besonders metallurgische Prozesse von großer Wichtigkeit ist.

4. Große Oberflächen können gleichmäßiger erhitzt werden, als dies bei festen Brennstoffen der Fall ist.

5. Die gasförmigen Brennstoffe ermöglichen die Erzielung sehr hoher Temperaturen durch Vorwärmen von Heizgas und Verbrennungsluft in Wärmespeichern oder *Regeneratoren*. Die Heizung der Regeneratoren erfolgt durch die in den Abgasen der Verbrennung enthaltene Wärme.

6. Minderwertige feste Brennstoffe, die zur direkten Feuerung wenig geeignet sind, können durch Überführung in Gase besser ausgenützt werden.

¹⁾ Nach den neuesten Untersuchungen hängt das Klopfen mit der elektrischen Leitfähigkeit zusammen. Benzol, das besser leitet als Benzin, ist letzterem daher in dieser Hinsicht vorzuziehen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß brennbare Gase in Gasmotoren direkt zur Erzeugung mechanischer Energie herangezogen werden können.

Die Heizgase können in natürliche und künstlich hergestellte eingeteilt werden.

a) In der Natur vorkommende brennbare Gase.

An manchen Orten der Erde, meistens dort wo Erdöllager sich finden, können gelegentlich von Bohrungen Ausströmungen brennbarer Gase beobachtet werden, die längere Zeit andauern und so gewaltige Gasmengen liefern, daß sie industrielle Verwertung finden. Der Hauptsache nach bestehen diese Erdgase aus Methan CH_4 (in Kissarmas in Rumänien sind 99% des Gases Methan), daneben kommt auch Äthan C_2H_6 (in großer Menge, 4—18%, im Delamatergasbrunnen in Pittsburg) und in relativ kleiner Menge andere Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff und Stickstoff vor. Der Heizwert dieser Naturgase ist sehr hoch und kann 8400—9000 Kalorien für 1 m³ betragen.

b) Künstlich hergestellte Heizgase.

Man kann diese einteilen in solche, die als Nebenprodukte von technischen Betrieben auftreten und solche, die in eigenen Anlagen erzeugt werden.

Von den ersteren ist das wichtigste das Gichtgas.

a. **Gichtgas.** Beim Hochofenprozeß wird in beträchtlicher Menge (über 4000 m³ für 1 t Roheisen) ein Gas erhalten, das wegen seines Gehaltes an Kohlenmonoxyd als Heizgas geeignet ist und besonders in den Winderhitzern und zum Motorenbetrieb verwendet wird.

Das Gas führt pro 1 m³ 5—15 g Staub mit, von dem es gereinigt werden muß; sorgfältige Reinigung vom Staube ist vor allem für die Verwendung des Gichtgases in Gasmaschinen erforderlich.

Die Zusammensetzung des Gichtgases ist nicht immer die gleiche, da sie vom Hochofenbetriebe abhängt; im Mittel kann sie zu 24—28 Vol % Kohlenmonoxyd, 12—16% Kohlendioxyd und 55—60% Stickstoff angenommen werden; daneben ist gewöhnlich etwas Wasserstoff und Methan darin enthalten. Der Heizwert des Gichtgases beträgt 800—900 Kalorien für 1 m³.

Die im großen Maßstabe künstlich erzeugten brennbaren Gase werden nach zwei prinzipiell verschiedenen Methoden gewonnen. Bei

der ersten Methode, der **E n t g a s u n g** oder trockenen Destillation (auch Zersetzungsdestillation genannt) wird nur ein Teil des festen Brennstoffes in Gas übergeführt, während der Rest sich teilweise in flüchtige Flüssigkeiten verwandelt, teilweise als fester brennbarer Rückstand hinterbleibt.

Bei der zweiten Methode, der **V e r g a s u n g**, wird bis auf den geringen Aschenrest der ganze Brennstoff in Form von Gas erhalten, indem der Kohlenstoff durch eine unvollkommene Verbrennung in **K o h l e n m o n o x y d** umgewandelt wird.

In vielen Fällen treten übrigens Entgasung und Vergasung gleichzeitig auf.

β. Steinkohlengas. Von den Gasen, die im großen durch trockene Destillation erzeugt werden, ist das **S t e i n k o h l e n g a s** (Leuchtgas) das wichtigste.

Das Steinkohlengas wurde ursprünglich nur zu Beleuchtungszwecken verwendet und in eigenen Fabriken als sogenanntes **L e u c h t g a s** erzeugt.

Da aber das bei der Kokerei entstehende **Koksofengas** ähnliche Zusammensetzung besitzt und in Industriebezirken oft in ungeheurer Menge als Nebenprodukt auftritt, wird es jetzt vielfach an Stelle des eigentlichen Leuchtgases nicht nur zur Beleuchtung, sondern auch als Heizgas und zum Betrieb von Gasmotoren benützt.

Die Zusammensetzung des **K o k s o f e n g a s e s** ist im Mittel die folgende:

Wasserstoff	44,5%
Methan	33,9%
Kohlenmonoxyd	6,2%
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe (C_nH_{2n})	3,8%
Kohlendioxyd	2,9%
Sauerstoff	0,3%
Stickstoff	8,4%

Der Heizwert beträgt etwa 4000 Kalorien für 1 m³.

Die Zusammensetzung des Koksofengases und sein Heizwert hängen innerhalb gewisser Grenzen von der Art der Kohle und der Durchführung des Verkokungsprozesses (Art des Ofens, Höhe der Temperatur), sowie auch davon ab, ob das Gas zu Beginn oder am Ende der Destillation entstanden ist. Das am Anfange entstehende Gas hat einen höheren Heizwert und heißt **R e i c h g a s** zum Unterschiede von dem gegen Schluß der Destillation gebildeten **A r m g a s**.

Der Unterschied der beiden Gase ergibt sich aus nachstehendem Analysenbeispiele:

	Reichgas	Armgas
Wasserstoff	38,4%	50,5%
Methan	38,7%	29,2%
Kohlenmonoxyd	6,1%	6,3%
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe (C_nH_{2n})	5,2%	2,4%
Kohlendioxyd	3,6%	2,2%
Sauerstoff	0,3%	0,3%
Stickstoff	7,7%	9,1%
Heizwert	5200 Kal.	4400 Kal.

Von der gesonderten Verwertung von Reichgas und Armgas ist man aber abgekommen und fängt es jetzt gemeinsam auf.

γ. Ölgas. Außer aus Steinkohle werden brennbare Gase aus sogenannten Gasölen durch Überhitzung ihrer Dämpfe erzeugt; man nennt solches Gas **Ölgas**.

Als Gasöle kommen schwerflüchtige Erdöl- oder Braunkohlenteerdestillate (Schieferteerdestillate) in Betracht.

Eine besondere Art des Ölgases, die auch für den Betrieb von Motoren Bedeutung erlangt hat, ist das **Blaugas**.

Zur Erzeugung des Blaugases wird zunächst Gasöl auf 550—600° erhitzt. Das hierbei entstehende Gas wird gereinigt und dann stufenweise komprimiert. Bei der ersten Kompression auf etwa 20 Atmosphären wird ein benzinartiges Gemisch von Kohlenwasserstoffen erhalten, das gesonderte Verwendung findet. Das eigentliche Blaugas wird in flüssiger Form unter einem Druck von 100 Atmosphären gewonnen und in Stahlflaschen eingefüllt. Die unter diesem Druck nicht in den flüssigen Zustand überführbaren Gase Wasserstoff und Methan werden entfernt; ein Teil ist im flüssigen Blaugas gelöst enthalten.

100 kg Gasöl geben 30—40 kg flüssiges Blaugas, 5—6 kg Benzin, 5—6 kg nicht verdichtbare Gase und 50—55 kg Teer.

Das flüssige Blaugas besteht nahezu ganz aus Kohlenwasserstoffen, von denen etwa 36% der Methanreihe¹⁾ und gegen 50% der Äthylenreihe angehören. Da es kein Kohlenmonoxyd enthält, ist es nicht giftig. Sein Siedepunkt liegt bei — 50° bis — 60° C.

Das flüssige Blaugas bietet große Vorteile durch seine geringe Dichte (0,51) und seinen hohen Heizwert (gegen 12000 Kalorien für 1 kg).

1 kg Flüssigkeit liefert gegen 800 l Gas von 15 000 Kalorien Heizwert für 1 m³. Es dient als Heizgas zur Erzeugung hoher Temperaturen und zum Motorenbetrieb.

Die bisher besprochenen Gase sind mit Ausnahme des Gichtgases durch trockene Destillation fester Brennstoffe oder durch Überhitzung von Flüssigkeitsdämpfen erzeugt worden. Man kann Heizgase aber auch

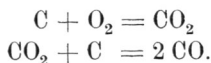
¹⁾ Methan selbst kommt nur wenig darin vor.

dadurch erhalten, daß man feste Brennstoffe so oxydiert, daß aus Kohlenstoff im wesentlichen nur Kohlenmonoxyd entsteht; dieser Vorgang heißt **Vergasung**.

Als Oxydationsmittel dient praktisch sowohl freier Sauerstoff als auch Wasserdampf. Während im ersten Falle Wärme frei wird, erfordert die Reaktion mit Wasserdampf, bei der freier Wasserstoff entsteht, Wärmezufuhr. Durch gleichzeitige Einwirkung von freiem Sauerstoff und Wasserdampf kann der Prozeß so geleitet werden, daß die bei der direkten Oxydation des Kohlenstoffes frei gewordene Wärme zur Reduktion des Wasserdampfes durch Kohlenstoff ausreicht.

Die Einwirkung des freien Sauerstoffes auf den Kohlenstoff erfolgt übrigens nicht unter direkter Bildung von Kohlenmonoxyd, sondern führt über das Kohlendioxyd zu diesem, indem das zuerst gebildete Kohlendioxyd durch glühenden Kohlenstoff reduziert wird.

Folgende Gleichungen sollen dies veranschaulichen:

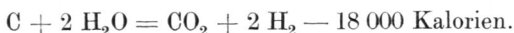


Wenn statt reinem Kohlenstoff ein zusammengesetzter Brennstoff, wie Steinkohle vergast wird, so findet neben der Vergasung eine trockene Destillation statt, die entstandenen Gase haben daher dann eine komplizierte Zusammensetzung.

Da zur Vergasung mit freiem Sauerstoff überdies nicht reiner Sauerstoff, sondern Luft verwendet wird, ist auch der ganze Stickstoff der Luft im Gase vorhanden, wodurch der Heizwert beträchtlich herabgesetzt wird.

Nachstehend sollen die wichtigsten hierher gehörenden Gase besprochen werden, wobei gleichzeitig erwähnt sei, daß das Gichtgas ebenfalls einem Vergasungsprozesse der Kohle im Hochofen seine Entstehung verdankt.

δ. Wassergas. Wird Wasserdampf über glühenden Kohlenstoff geleitet, so beginnt die Umsetzung im Sinne folgender Gleichung:



Steigt die Temperatur, so tritt neben Kohlendioxyd auch Kohlenmonoxyd auf und über 1000° verläuft die Reaktion der Hauptsache nach entsprechend der Gleichung:



Es ist dies der eigentliche Wassergasprozeß, da in der Praxis möglichst kohlendioxydfreies Gas erzeugt wird.

Beide Reaktionen verbrauchen Wärme und sie müssen deshalb bald zum Stillstand kommen, wenn nicht beständig Wärme zugeführt wird. Da Wärmezufuhr durch Heizvorrichtungen praktisch nicht in Betracht kommt, muß die Wassergaserzeugung, bei der der Kohlenstoff meist in Form von Koks verwendet wird, in zwei Abschnitte zerlegt werden.

Im ersten Abschnitt, dem Heißblasen, wird die in einem Schachtofen befindliche Kohle durch Luft teilweise verbrannt und dadurch der Rest über 1000° erhitzt, während im zweiten Abschnitte, dem Gasmachen oder Gasen durch Einblasen von Wasserdampf das Wassergas erzeugt wird. Das Gasen wird solange fortgesetzt, bis größere Mengen von Kohlendioxyd zu entstehen beginnen.

Beim Heißblasen kann man auf zwei verschiedene Arten vorgehen. Bei dem älteren, von Blaß herrührenden Verfahren wird eine höhere Kohlschicht angewendet und der Blaseprozeß so geleitet, daß als Endprodukt der Einwirkung des Sauerstoffes auf die Kohle vorwiegend Kohlenmonoxyd, also sogenanntes Generatorgas entsteht. Dieses ist brennbar und muß verwertet werden, wenn nicht Kohle vergeudet werden soll.

Folgende Gleichungen sollen dies näher erläutern:

1 kg C in CO übergeführt liefert 2433 Kalorien und bei Anwendung von Luft 5,382 m³ Gas (Generatorgas), die mit einer Temperatur von etwa 700° entweichen und daher 1281 Kalorien mit sich führen. Es bleiben demnach für den eigentlichen Wassergasprozeß nur 2433 — 1281 = 1152 Kalorien verfügbar.

Die Verwertung des entstandenen Generatorgases geschieht meistens nach Strache durch Verbrennen mit Luft in mit feuerfesten Steinen gitterartig ausgesetzten Räumen, in denen dann der Wasserdampf erhitzt wird, bevor er über die glühende Kohle geblasen wird.

Während das Heißblasen nach dieser Methode etwa 11 Minuten dauert, kann man nur 4 Minuten Gas machen, wenn man die Entstehung größerer Mengen von Kohlendioxyd hintanhalten will.

Die Gase besitzen folgende Zusammensetzung:

	H	CO	CO ₂	CH ₄	N
Gas beim Heißblasen (Generatorgas)	2,4%	28%	4,2%	0,3%	65%
Wassergas ¹⁾	45—51%	45—41%	2—6%	1—0,2%	7—2%

An Stelle von Koks werden bei diesem Verfahren auch Kohlen benutzt, die im oberen Teile des Schachtofens durch die emporsteigenden

¹⁾ Die Zusammensetzung ist von der Temperatur abhängig, ändert sich also während des Gasens.

heißen Gase entgast und in Koks verwandelt werden. Das bei der Entgasung entstehende Destillationsgas mischt sich dem Wassergase bei.

Bei dem Verfahren von Dellwik und Fleischer wird beim Heißblasen der Kohlenstoff zu Kohlendioxyd verbrannt, was durch Anwendung niedriger Kohlschichten und großer Luftgeschwindigkeiten (stark gepreßter Luft) erreicht wird.

Hierbei entstehen für jedes Kilogramm Kohlenstoff 8100 Kalorien und $8,9 \text{ m}^3$ Gase, die mit etwa 1000° entweichen und 4742 Kalorien

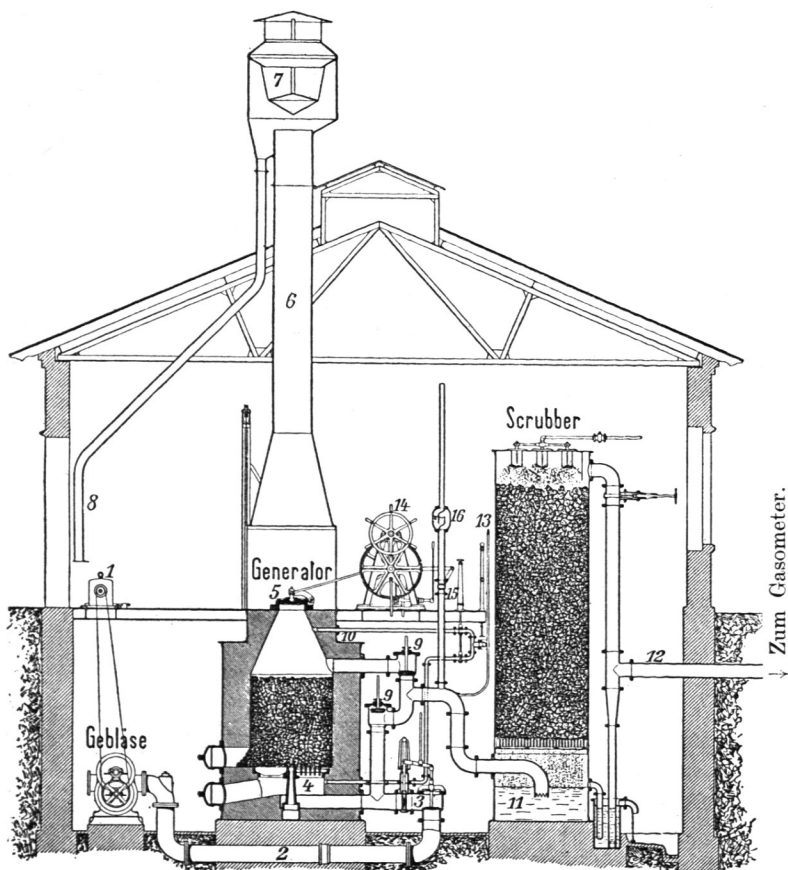


Fig. 33. Wassergasanlage nach Dellwik-Fleischer.

entführen; es bleiben demnach für den Wassergasprozeß 4358 Kalorien verfügbar.

Der viel größeren erzeugten Wärmemenge entsprechend, dauert hier das Heißblasen viel kürzer (1—2 Minuten) als beim Blaßverfahren; das Gasen kann hingegen auf 5—7 Minuten ausgedehnt werden.

Aus 1 kg Koks erhält man etwa 2 m³ Wassergas, also doppelt so viel als beim früheren Verfahren.

Fig. 33 zeigt eine Anlage nach Dellwik-Fleischer.

Die Zusammensetzung des Wassergases aus Koks kann aus der Analyse folgender zwei Proben entnommen werden:

	CO	CO ₂	H	CH ₄	N	d
I	39,0%	5,0%	49%	0,7%	6,3%	—
II	37,2%	5,6%	51,6%	0,6%	4,6%	0,529

Theoretisch müßten gleiche Volumina Wasserstoff und Kohlenmonoxyd enthalten sein.

Der Heizwert beträgt 2500—2800 Kalorien (bei Probe II beispielsweise 2730 Kal.) für 1 m³.

Das Wassergas wird mit Wasser gewaschen (in sogenannten Scrubbern) und mit Eisenhydroxyd behandelt, eventuell auch durch ein mit Sägemehl gefülltes Filter geleitet.

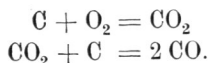
Das reine Wassergas ist farblos, geruchlos und wegen des hohen Gehaltes an Kohlenmonoxyd sehr giftig. Es brennt mit blauer (daher auch Blauwassergas genannt), sehr heißer Flamme und bildet mit Luft explosive Gemenge. Die Explosionsgrenzen liegen weit auseinander, da Mischungen mit Luft, die 12—67% Wassergas enthalten, explosiv sind.

Das Wassergas liefert bei der Verbrennung eine Flamme, die eine viel höhere Temperatur besitzt als die gewöhnliche Leuchtgasflamme, weil bei der geringen Ausdehnung des Flammenkörpers die Wärme konzentriert wird. Man benützt es deshalb vor allem dort, wo hohe Temperatur erfordert wird. Von anderen Anwendungen sei die zum Betriebe von Motoren und zur Erzeugung von Wasserstoff erwähnt; auch ist Wassergas als Ausgangsmaterial zur Gewinnung flüssiger Brennstoffe herangezogen worden.

Mischungen von Wassergas mit Ölgas oder Steinkohlengas werden in ausgedehntem Maße an Stelle des alten Leuchtgases verwendet.

ε. **Generatorgas** (Luftgas). Während bei der Wassergaserzeugung die Vergasung des Kohlenstoffes durch gebundenen Sauerstoff erfolgt, findet sie bei der Generatorgasherstellung durch den freien Sauerstoff der Luft statt.

Wird durch eine erhitzte und etwa 1 m hohe Kohlschicht Luft geblasen, so gehen folgende zwei Prozesse vor sich:



Letzterer Prozeß verläuft bei einer Temperatur von 1000° und darüber nahezu vollständig, so daß das abziehende Gas dann außer dem Stickstoff der Luft fast nur Kohlenmonoxyd enthält. Die ideale Zusammensetzung von 34,4% Kohlenmonoxyd und 65,6% Stickstoff besitzt das Generatorgas allerdings nie, da stets etwas Kohlendioxyd erhalten bleibt, das dann auch den Stickstoffgehalt in die Höhe drückt. Als höchste zulässige Grenze des Kohlendioxydgehaltes können 5% angesehen werden. Obige Reaktionen setzen überdies reinen Kohlenstoff voraus, eine Bedingung, die auch durch Koks und Holzkohle nicht ganz erfüllt wird. Aus Koks hergestelltes Gas besitzt beispielsweise folgende Zusammensetzung:

	Probe I	Probe II
CO	29,7 Vol %	25,7 Vol %
H	1,9 „	0,6 „
CH ₄	— „	0,2 „
CO ₂	2,0 „	4,0 „
N	66,7 „	69,0 „
O	— „	0,6 „
Heizwert für 1 m ³	950 Kal.	814 Kal.

Bei der Vergasung von Koks oder Holzkohle verläßt das Gas den Generator mit hoher Temperatur und beim Weiterleiten auf größere Entfernungen geht daher sehr viel Wärme verloren. Wenn man das Gas also nicht — wie etwa in einer Leuchtgasfabrik beim Heizen der Retorten — sofort nach dem Austritt aus dem Generator zum Verbrennen bringen kann, so trachtet man durch entsprechende Maßnahmen seine Temperatur herabzusetzen, man führt den „kalten Gang“ des Generators herbei.

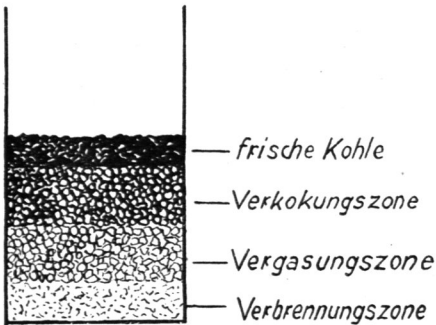


Fig. 34. Schematische Darstellung eines Generators.

Dies tritt teilweise schon ein, wenn man an Stelle von Koks Steinkohle oder Braunkohle benützt oder wenn man, was noch ausgiebiger ist, etwas Wasserdampf durch die Kohlenschicht leitet, was am einfachsten durch Anbringen einer mit Wasser gefüllten Schüssel unter dem Rost geschieht. Wir haben dann zuerst den Wärme verbrauchenden Entgasungsvorgang

und daran anschließend neben der Wärme liefernden Vergasung durch freien Sauerstoff die wärmebindende Bildung von Wassergas.

Aus Fig. 34 sind die einzelnen Teile, in die die Generatorgasbildung bei Verwendung natürlicher Kohlen zerfällt, ersichtlich.

Die Zusammensetzung des Generatorgases hängt auch von der Kohlenart ab. Nachstehend sind die Analysenresultate für ein aus Steinkohle erzeugtes Generatorgas angegeben:

CO	23,7 Vol %
H	6,5 „
CH ₄	1,9 „
CO ₂	5,3 „
N	62,6 „

Der Heizwert des Generatorgases beträgt nur 800 bis 1000 Kalorien für 1 m³.

Durch Einblasen größerer Mengen von Wasserdampf nimmt der prozentische Gehalt an Wassergas zu und damit steigt der Heizwert, was für manche industrielle Anwendungen von Bedeutung ist.

Als Beispiel eines Generators, der solches heizkräftiges Gas liefert, sei der Drehrostgenerator von Kerpély erwähnt, bei dem die Entfernung der gebildeten Asche (Schlacke) ununterbrochen geschieht (Fig. 35).

Der Mantel des zylindrischen Schachtes reicht mit seinem unteren Teile in die mit Wasser gefüllte Schüssel, die dadurch den Abschluß des Generators nach unten bildet. In ihrer Mitte baut sich exzentrisch ein runder Treppenrost auf, durch den von unten Luft und Wasserdampf ¹⁾ eingeblasen wird. Er wird ebenso wie die Schüssel

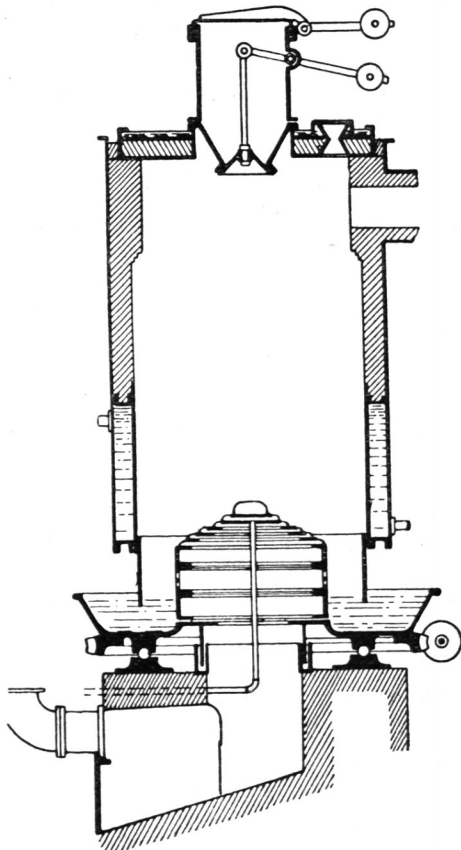


Fig. 35. Generator von Kerpély.

1) Wenn die Luft vorher in Rieselkammern mit Wasserdämpfen beladen wird, kann das Einblasen von heißem Wasserdampf vermieden werden.

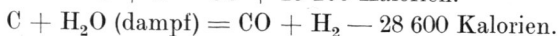
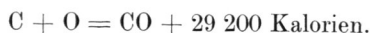
durch einen Motor in langsame Umdrehung versetzt, wodurch die Schlacke zwischen Rost und Mantel zerquetscht wird und in die Schüssel fällt, aus der sie mechanisch entfernt wird.

Die Kerpelygeneratoren vermögen in 24 Stunden über 20 t Steinkohle und bis 30 t Braunkohle zu vergasen.

Die Verwendung von Braunkohle gibt beispielsweise ein Gas folgender Zusammensetzung:

CO	30,5 Vol %
H	14,0 „
CH ₄	2,0 „
N	51,5 „
CO ₂	2,8 „

Durch Abänderung des Verhältnisses von Wasserdampf und Luft, die gleichzeitig über die glühende Kohle geleitet werden, kann man schließlich einen Punkt erreichen, wo die bei der Vergasung der Kohle durch den freien Sauerstoff erzeugte Wärme gerade hinreicht, um die Zerlegung des Wasserdampfes zu ermöglichen.



In der Praxis ist dies wegen der Wärmeverluste erst dann der Fall, wenn dreimal mehr Kohle durch Luft als durch Wasserdampf vergast wird. Man nennt das dabei erhaltene Gas *Mischgas* oder nach dem Erfinder *Dowsongas*.

Eigentlich sind alle Generatorgase, die unter Mitwirkung von Wasserdampf entstehen, Mischgase, obschon ihre Zusammensetzung oft beträchtlich von der des idealen Mischgases abweicht.

Das Mischgas wird wegen seines höheren Heizwertes (1200—1300 Kalorien für 1 m³) sowohl als Heizgas für industrielle Zwecke als auch zum Betrieb von Gasmaschinen als sogenanntes *Kraftgas* benützt.

Für den Motorbetrieb wird Mischgas als *Sauggas* erzeugt, indem der im Gange befindliche Motor ein Gemisch von Luft und Wasserdampf über die im Generator befindliche glühende Kohle saugt. Das dabei entstehende Gas muß, bevor es in den Zylinder eintritt, von Staub und Teer sorgfältig gereinigt werden, was in eigenen Reinigungsapparaten geschieht, die zwischen Generator und Motor eingeschaltet sind. Zur Erzeugung von Sauggas dienen Koks, Anthrazit oder auch Braunkohlenbriketts; letztere erfordern aber besondere Generatoren, um teerfreies Gas zu liefern.

Nachstehend sind einige Beispiele für die Zusammensetzung von Kraftgasen angeführt:

	Koks	Steinkohlen	Anthrazit (Sauggas)	Braunkohlen- briketts (Sauggas)
CO	29,2 Vol %	24,6 Vol %	23,3 Vol %	20,1 Vol %
H	10,1 „	14,8 „	17,4 „	15,6 „
CH ₄	0,8 „	1,6 „	2,0 „	1,7 „
CO ₂	3,5 „	6,0 „	5,5 „	9,4 „
N	56,2 „	53,0 „	51,3 „	53,1 „
Heizwert für 1 m ³	1218 Kal.	1268 Kal.	—	—

ζ. **Mondgas.** Bei der Vergasung der Kohle in den besprochenen Generatoren geht der Stickstoff infolge der hohen Temperaturen praktisch verloren. Wenn man aber nach dem Verfahren von Mond neben der Luft bedeutende Mengen von Wasserdampf (über 2 kg für 1 kg Kohle) einbläst, so sinkt die Temperatur im Generator soweit, daß der Stickstoff als Ammoniak gewonnen werden kann. Von dem zugeführten Wasserdampf setzt sich nur ein Teil mit der glühenden Kohle um, beträchtliche Mengen verlassen den Generator unzersetzt und nur dadurch ist der Prozeß überhaupt möglich, weil sonst die Temperatur zu stark herabgesetzt würde. Trotzdem empfiehlt es sich, das Gemenge von Luft und Wasserdampf vor dem Eintritt in den Generator durch Überhitzer zu leiten.

Die Mondgasgeneratoren vergasen stündlich gegen 10 t Steinkohle und liefern neben Ammoniak, das mit Schwefelsäure ausgewaschen wird, ein Gas, das einen Heizwert von 1200—1300 Kalorien besitzt und meist als Kraftgas in Motoren verwendet wird.

Die Zusammensetzung des Mondgases ist beispielsweise folgende:

H	27,5 Vol %
CO	11,0 „
CO ₂	16,5 „
CH ₄	2,0 „
N	43,0 „

Mondgasgeneratoren sind auch zur Überführung von Torf mit über 40% Wassergehalt in Gas unter gleichzeitiger Gewinnung von Ammoniak geeignet.

Mondgas wird durch Kühlung und Waschung in eigenen Apparaten gereinigt, die ähnlich wie die in den Leuchtgasfabriken verwendeten, eingerichtet sind.

Anhang. Zum Schlusse mögen noch zwei Gase erwähnt werden, die als Heizgase für bestimmte Zwecke, nämlich für die autogene Schweißung Verwendung finden; es sind dies der Wasser-

stoff und das Azetylen. Der Wasserstoff ist ein Hauptbestandteil des Wassergases und wird im Großen gewöhnlich daraus dargestellt.

Es kann dies in der Weise geschehen, daß man das Kohlenmonoxyd in Kohlendioxyd umwandelt und letzteres durch Wasser (bei hohem Druck) in Lösung bringt, oder auch indem man Eisenoxyde (natürliche Erze) durch das Wassergas reduziert und mittels des erhaltenen Eisens Wasserdampf bei hoher Temperatur zerlegt.



Außer aus Wassergas gewinnt man Wasserstoff durch elektrolytische Prozesse, vielfach sogar als Nebenprodukt. Er wird unter hohem Druck in Stahlzylindern in den Handel gebracht.

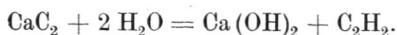
Der Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, das mit Sauerstoff explosive Mischungen bildet; am heftigsten explodiert die Mischung von 2 Vol. Wasserstoff mit 1 Vol. Sauerstoff, die daher den Namen Knallgas führt.

Die Flamme des brennenden Wasserstoffes besitzt eine Temperatur von gegen 2000° und wird daher sowohl zum Schneiden als auch zum autogenen Schweißen von Eisen benützt. Beim Schneiden dient die Wasserstoffflamme nur zur Einleitung des Prozesses, das eigentliche Schneiden erfolgt dann durch den Sauerstoff, der das Eisen an den betreffenden Stellen wegbrennt. Beim autogenen Schweißen muß Überschuß von Sauerstoff vermieden werden, ja der Wasserstoff sogar in größerem Überschusse vorhanden sein, da sonst Oxydation eintritt.

Wegen der großen Explosivität von Sauerstoff-Wasserstoffmischungen werden diese nicht fertig verwendet, sondern Brenner benützt, in denen die Gase getrennt zugeleitet und erst an der Verbrennungsstelle selbst gemischt werden.

Wegen seiner geringen Dichte (0,0696) wird Wasserstoff auch zur Füllung von Luftschiffen benützt.

Azetylen. C_2H_2 . Azetylen wird durch Einwirkung von Wasser auf Calciumkarbid erhalten.



Hierbei wird aber so viel Wärme frei, daß bei schlechten Gasentwicklern eine starke Erhitzung des Gases eintritt, die zu einer ungünstigen chemischen Veränderung des Azetylens (Polymerisation), unter Umständen sogar zur Explosion führen kann. Es muß deshalb das Karbid stets in kleinen Mengen mit großen Wassermengen in Berührung gebracht werden, wie das bei den Einwurfapparaten der Fall ist. Nur bei

kleinen Azetylenlampen wird das Gas meist durch Zutropfenlassen von Wasser entwickelt.

Am zweckmäßigsten ist es, das Azetylen unter Druck in Aceton zu lösen und es aus diesen Lösungen in Freiheit zu setzen. Gegenwärtig bringt man solche Lösungen in Stahlflaschen, die einen porösen Aufsaugestoff, z. B. Kieselgur enthalten, unter dem Namen *Dissousgas* in den Handel. Solches Dissousgas wird auch beim autogenen Schweißen benützt.

Das Azetylen ist ein farbloses, im reinen Zustande nicht giftiges Gas, das mit Luft oder Sauerstoff sehr leicht explosive Mischungen bildet, da die Explosionsgrenzen weit auseinander liegen.

Die Azetylenflamme ist noch heißer als die Wasserstoffflamme (unter Verwendung von reinem Sauerstoff können Temperaturen von 3000° erreicht werden) und daher für die autogene Schweißung noch geeigneter. Auch hier ist Überschuß von Sauerstoff zu vermeiden; gewöhnlich nimmt man auf 3 Vol. Azetylen 4 Vol. Sauerstoff. (Für vollkommene Verbrennung wäre nach der Gleichung $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ für 3 Vol. Azetylen $7\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff nötig.)

II. Schmiermittel.

Da die Reibung von Metall auf Metall so groß ist, daß bei bewegten Maschinenteilen nicht nur viel Energie unnötig verbraucht würde, sondern auch eine beträchtliche Temperaturerhöhung eintreten müßte, ist die Verwendung von Schmiermitteln unumgänglich notwendig.

Als Schmiermittel dienen entweder Flüssigkeiten oder schlüpfrige, halbfeste Stoffe, die die Metallteile umhüllen und dadurch, daß sie die unmittelbare Berührung aufheben, die Reibung stark verringern.

Die Anforderungen, die man an ein gutes Schmiermittel stellen muß, sind im wesentlichen die folgenden:

1. Muß es imstande sein, die Reibung in entsprechendem Maße zu verringern, also einen genügenden Grad von Schlüpfrigkeit besitzen.
2. Darf es diesen Schlüpfrigkeitsgrad an der Luft nicht wesentlich ändern; es darf demnach unter dem Einflusse der Luft weder verharzen noch eintrocknen.
3. Muß es eine bestimmte, dem Schmierzweck angepaßte Viskosität haben, die durch Temperaturänderungen nicht allzu stark beeinflusst wird.
4. Dort wo das Schmiermittel der Winterkälte ausgesetzt ist, muß es entsprechend kältebeständig sein, also bei normalen Wintertemperaturen flüssig bleiben.