

## **Ein klein wenig Wissen über Holzgas verfasst Dipl. Ing. (FH) Alexander Danner**

### **Holzgasbetriebene Verbrennungsmotoren**

**Geschichte:** Schon vor Jahrtausenden hatten die Köhler beim Gewinnen von Holzkohle aus Holz unbewusst Holzgas hergestellt. Man wusste damals aber noch nichts mit dem Gas anzufangen. 1810 kam man auf die Idee Strassen und Wohnungen mittels Gasbeleuchtung zu erhellen. Somit wurden zum ersten mal in den großen Städten riesige Leuchtgasanlagen gebaut und bewusst Holzgas hergestellt. Dieses wurde über ein Leitungsnetz in der ganzen Stadt verteilt.

1810 kamen Lenoir und Otto auf die Idee Gasmotoren auch mit diesem Gas zu betreiben, was ihnen auch relativ gut gelang. Die Gasmotoren wurden schnell weiterentwickelt und immer leistungsfähiger. Um die Jahrhundertwende baute man schon Gasmotoren zwischen 1 und 3000PS. Das Problem war nur die Abhängigkeit von der Gasleitung, da Gasanstalten nur in Großstädten betrieben wurden.

Diesem Problem wandte sich 1880 der Engländer Dawson zu, der in den 80er Jahren die ersten kleinen Gaserzeugungsanlagen für feste Brennstoffe baute. Mit diesen Anlagen konnte man dann die Motoren an Ort und Stelle mit Gas aus Anthrazit und Koks versorgen. Dies kleinen Gasanlagen gewannen sehr schnell an Beliebtheit. Noch vor dem 1. Weltkrieg wurden sie aber auch genauso schnell wieder von den immer kleiner und billiger werdenden Benzinmotoren und besonders von Elektromotoren verdrängt.

Mit der Entwicklung der immer kleiner, leichter und leistungsfähiger werdenden Gasanlagen experimentierte man Anfang des 19. Jahrhunderts an holzgasbetriebenen Kraftfahrzeugen herum. Schon 1905 begann der Franzose Cazes ein Lastwagenfahrgerüst mit einer Holzgasanlage auszustatten. 1908 war er dann soweit und stellte seinen Lastwagen der Öffentlichkeit vor. Es handelte sich hier um einen Zweizylindermotor mit 20PS, der den Wagen auf 10 –12 KM/h beschleunigte. Bis Ende der 20er Jahre wurde die Holzgasgenerator-Idee hauptsächlich in Frankreich weiterverfolgt, da man in den französischen Kolonien Kraftfahrzeuge ohne Einfuhr von Kraftstoffen betreiben wollte.

Erst mit dem Machtwechsel in Deutschland wurde ab 1933 die Entwicklung der Holzgastechnik weitergetrieben. 1935 fand die erste Alpenwertungsfahrt mit „Eratzbrennstoffen“ statt, wo ein 5 To. VOMAG Lkw die 2000 KM lange Strecke mit bis zu 28% Steigungen ohne Störungen bewältigte.

Ab 1935 bekam jedes Fahrzeug einen Umbauzuschuss von 600 RM und eine erhebliche Steuerermäßigung, was zur Folge hatte, dass Ende des Jahres bereits ca. 1500 Generatorgasfahrzeuge über die Strassen Deutschlands rollten. Im Sommer des selben Jahres wurde auf Wunsch des Reichsverkehrs- und Reichskriegsministers eine Versuchsfahrt mit 46 LKW durchgeführt wobei sie die Strecke Berlin – Freiburg – Nürburgring – Berlin mehrmals durchfuhren. Einzelne Fahrzeuge legten dabei bis zu 16400 KM ohne Störung zurück, was die Zuverlässigkeit der Anlagen bewies.

Mit Beginn des 2. Weltkrieges 1939 als jeder Liter Kraftstoff als kriegswichtig galt setzte sich der Holzvergaser zwangsweise durch. 1941 wurde kaum noch ein Fahrzeug ohne Gaserzeuger produziert, egal ob Diesellok oder Schiff. Nichts war mehr von der Umrüstung sicher. In Italien wurde sogar schon ein 85 PS Sportflugzeug mit Holzgas betrieben, welches die ersten Probeflüge ohne Komplikationen absolvierte. Im Herbst 1941 waren in Deutschland 10.000 Arbeiter in Generatorfabriken und Umbauwerkstätten tätig. Der Holzgaserboom verebbte erst Anfang der 50er Jahre als wieder genügend Diesel und Benzin aus den Zapfsäulen floß.

## Was sich in einem Gasgenerator abspielt:

Bei einer Neubefüllung wird der Kessel mit 1/3 Holzkohle und mit 2/3 Tankholz befüllt. Das Tankholz sollte die Masse 4 x 5 x 8 cm haben. Nachdem die Holzkohle mittels eines Gebläses angefacht wurde, wird durch die Erwärmung dem Tankholz die Restfeuchte entzogen. Ab 280°C scheiden sich Teer und Kohlenwasserstoff ab und die Holzkohlebildung setzt ein. Dabei wird Wärme frei und bei 700°C ist dann die Holzkohlebildung beendet. An der Herdoberkante gelangt die Holzkohle mit der durch Düsen einströmenden Luft in Berührung wobei Kohlenoxyd und Kohlensäure entsteht. Dabei entstehen im Herd Temperaturen von ca. 1200°C. Durch die Abströmvergasung gelangen Kohlensäure, Wasserdampf, Essigsäure und Teer an die glühende Holzkohle, wo dann durch die Zersetzung das brennbare Gas entsteht. Das Generatorgas ist wegen seines hohen Staubgehaltes, seiner hohen Temperatur und dem als Dampf enthaltenen Wasser für die motorische Verbrennung noch nicht geeignet. Es muss zuerst gereinigt und gekühlt werden. Anschließend wird es im Gas – Luftmischer zu etwa gleiche Teilen mit Zusatzluft vermischt und im Motor verbrannt.

## Geschichte:

- 1810 wurden die ersten Leuchtgasgeneratoren gebaut um Strassen und Wohnungen zu erhellen.
- 1860 Lenoir und Otto betrieben die ersten Motoren mit Gas.  
Problem: Abhängigkeit von der Gasleitung
- 1880 Der Engländer Dawson baute die ersten kleinen mobilen Gaserzeugungs-Anlagen
- 1905 Der Franzose Cazes baute den ersten holzgasbetriebenen Lastwagen
- 1923 Starker Aufschwung der Holzgasanlagen in Deutschland
- 1935 Zuschüsse und Steuerermäßigung für Holzgasfahrzeuge. In Deutschland sind ca., 1500 Fahrzeuge in Betrieb
- 1941 Fast jedes Fahrzeug wurde mit Gasgenerator ausgeliefert. 10.000 Arbeiter sind in Generatorfabriken beschäftigt. 1. holzgasbetriebenes Flugzeug in Italien
- 1950 Starker Rückgang der Holzgasfahrzeuge

## Information:

Beim Erhitzen von 100kg Holz auf 400°C. entsteht:

- 35 kg Holzkohle
- 25 kg Wasser
- 10kg Kohlensäure
- 4 kg Kohlenoxyd
- 6kg Essigsäure
- 18kg Teer
- 1,5 Kg Methylalkohol

### **Umweltbelastung:**

Das Generatorgas besteht aus:

23% Kohlenoxyd  
18% Wasserstoff  
10% Kohlensäure  
47% Stickstoff  
2% Methan

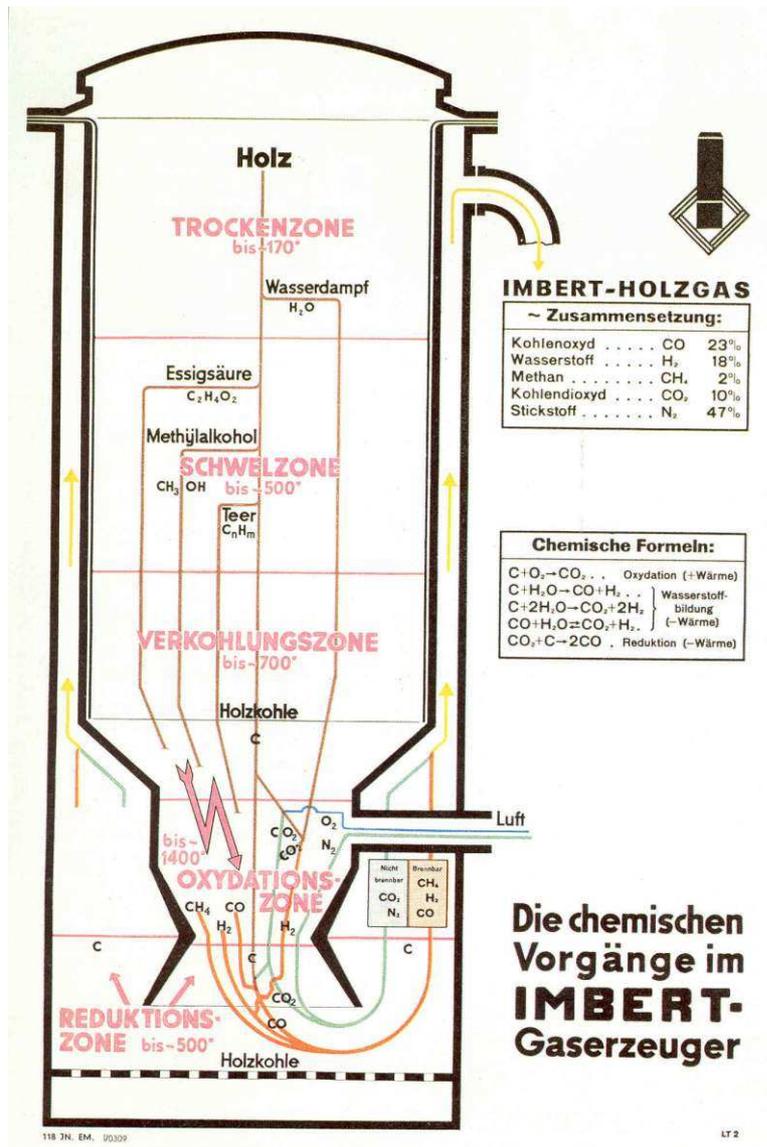
### **Verbrauch an Tankholz:**

Pro PS pro Stunde musste mit gut 1Kg lufttrockenes Tankholz gerechnet werden.  
Ein 3000 PS starker Gasmotor hätte pro Stunde einen Verbrauch von 3 Tonnen Tankholz.

### **Vorsicht Gift**

Zum Schluss noch ein Wort zur Giftigkeit des Generatorgases. Kohlenmonoxyd ist ein gefährliches Gift und besonders heimtückisch, da es geruchlos ist. Das aus Butan hergestellte Generatorgas enthält etwa 25% Kohlenmonoxyd, ist also sehr giftig. Wir im Erdgaszeitalter Lebenden sind den Umgang mit giftigen Gasen nicht mehrgewohnt und haben die früher häufigen Gasvergiftungen vergessen. Wenn der Motor nicht läuft muss das Generatorgas an der Kontrollflamme abgefackelt werden oder die Gasspaltung beendet werden.

**Ich haben mir zum Grundsatz gemacht meinen Fendt Holzgaser nur im Freien mit Gas in Betrieb zu nehmen – keinesfalls in der Garage oder Halle. Nach Beendigung des Gasbetriebes wird im Freien die Gasanlage außer Betrieb genommen und gereinigt. Im Benzinbetrieb wird er dann in die Halle gefahren und abgestellt. Somit ist eine Kohlenmonoxydvergiftung ausgeschlossen.**



## Holzgasanlage Der Einheitsgenerator EG 60 Block

Bei Anfang des 2. Weltkriegs erlassenen „Schellplanes“ wurden Hersteller von kleineren Schleppern (Fendt, Normag, Fahr, Kramer, Miag, Eicher usw.) die Auflage erteilt, Holzgas – Traktoren in Einheitsbauweise zu erstellen. Sie unterschieden sich nur im Einbau von Motoren, - wie Güldner, Deutz, MWM – und Getrieben (ZF Passau, Prometheus). Als Gaserzeuger fand generell der Einheitsgenerator EG 60 Block Verwendung. Auch unser Fendt HG 25 hat einen Einheitsgenerator als Gaserzeuger siehe Bild.

### Aufbau:

Die Einheitsgeneratoranlage (1) besteht aus  
 dem Gaserzeuger  
 dem Grobreiniger (in Form eines Walther – Fliehkraftreinigers)  
 dem Wärmetauscher  
 dem Feinreiniger mit 2 Filtereinsätzen und austauschbaren Glaswattebezügen  
 dem Gaskühler mit Wärmesammler

## Bild Einheitsgenerator EG 60 Block

### 1. Der Gaserzeuger

Der Gaserzeuger (1) ist ein aufrecht stehender Behälter, der aus drei Hauptteilen besteht, - dem Füllschacht (2) , dem Herd (3) und dem Unterteil (4) -, die unter Verwendung von graphitierter Asbestdichtungen zusammengeflanscht sind. Der Füllschacht ist doppelwandig ausgebildet und zur Vermeidung von Wärmeverlusten mit einem Wärmeschutz aus Glaswolle (5) versehen. Seine Einfüllöffnung wird mit dem Fülldeckel (6) verschlossen, der durch einen federnden Verschlussbügel (7) als Sicherheitsventil gegen eventuelle Verpuffungen im Füllschacht ausgebildet ist. Im unteren Teil des Füllschachtes ist ein Düsenring eingeschweißt (8), von dem aus 5 Luftdüsen(9) in den Herd münden, durch welche die über eine Schnüffelklappe (10) und im Wärmetauscher vorgewärmte Luft in die Vergasungszone eintritt. Zwei dieser Düsen sind als Anzündstutzen eingerichtet.

Zwischen Füllschacht und Unterteil des Gaserzeugers ist der Herd zwischengeflanscht, der eine gegen hohe Temperaturen und Erschütterungen unempfindliche Ausmauerung aus Schamottesteinen trägt. Die Vergasung des eingefüllten Brennstoffes erfolgt zum Teil innerhalb des Herdes , zum Teil auch im äußeren Ringraum (11) zwischen Herd und Unterteil. Ebenso wie der Füllschacht ist das Unterteil des Gaserzeugers doppelwandig ausgeführt und zur Vermeidung von Wärmeverlusten mit Schlackenwolle isoliert. Unter dem Herd befindet sich ein Drehrost (12) mit Rührstiften (13), der ein Auflockern der Herdfüllung und eine Aussiebung von feinkörnigen Asche- und Holzkohleteilchen ermöglicht. Bei Vergasung von Holz wird der Drehrost über einen Hebel, dem Rütteldorn (14), - daher der Spruch: Der Herrgott schuf im Zorn, den Imbert mit dem Rütteldorn -, betätigt, der erst nach Öffnen der Aschetür (15) zugänglich ist und zum Gebrauch ein kurzes Stück herausgezogen werden muss.

Für die Verwendung von aschehaltigen Brennstoffen (Torf, Braunkohlebriketts) , ist eine besondere, von außen zu betätigende Rüttelvorrichtung angebracht, damit der Rost ohne Öffnen der Aschetür und ohne Betriebsunterbrechung betätigt werden kann, weil bei diesen Brennstoffen häufiger die Herdfüllung im Betrieb aufgelockert werden muss. Zu diesem Zweck wird sie über ein kleines Untersetzungsgetriebe vom Motor selbständig angetrieben. Der Verschlussdeckel des Füllschachtes trägt einen Entlüfter (16), um den bei der Vergasung des Brennstoffes entstehenden entstehenden Wasserdampf nach Abstellen des Motors entweichen lassen zu können. Es würde sonst nach dem Erkalten des Gaserzeugers des Wasserdampf sich an der Wandung des Füllschachtes niederschlagen und die im Herd befindliche Holzkohle durchfeuchten, wodurch das Wiederaufheizen des Gaserzeugers stark erschwert wird. Durch das Öffnen des Entlüfters nach Betriebsschluss wird eine weitgehende Trocknung des im Füllschacht enthaltenen Brennstoffes herbeigeführt.

### 2. Grobreiniger

Nach seinem Austritt aus dem Gaserzeuger gelangt das heiße Gas in den vor dem Gaserzeuger angeordneten als Fliehkraftreiniger (Bauart Walther) ausgebildeten Grobreiniger (17), in welchem durch Fliehkraftwirkung der größte Teil der mitgeführten Asche- und Holzkohleteilchen abgeschieden wird. Diese fallen durch den Auslauftrichter des Grobreinigers in einen Staubsammler (18), aus welchem sie in bestimmten Zeitabständen entfernt werden müssen.

### 3. Wärmetauscher

Das vorgereinigte Gas tritt nun in den Wärmetauscher (19) ein, in welchem ihm durch Heizrohre, welche die vom Gaserzeuger angesaugte kalte Luft durchströmt, große Wärme-

Mengen entzogen werden. Außer der Abkühlung des Gases wird hierdurch eine starke Erwärmung der Ansaugluft des Gaserzeugers erreicht, die einen geringeren Brennstoffverbrauch, eine Erhöhung des Wirkungsgrades und eine größere Unempfindlichkeit des Gaserzeugers gegen feuchte Brennstoffe zur Folge hat. Der Wärmetauscher ist ebenso wie der Grobreiniger durch Glaswolleplatten gegen Wärmeverluste geschützt. Das Innere des Wärmeaustauschers ist durch Luken und Verschlussdeckeln (20) zwecks Reinigung zugänglich.

#### **4. Feinreiniger**

Im Feinreiniger (21), der im Vorderteil des Generatorblockes untergebracht ist, sind zwei von oben zugängliche Filtereinsätze eingebaut, die mit auswechselbaren Glaswollebezügen (22) ausgerüstet sind. Die Glaswollebezüge sind innen und außen mit Maschendraht bewehrt. Die zur Verwendung gelangte Glaswolle muss eine bestimmte Stopfdichte besitzen, damit eine gute Reinigung des Gases bei nicht zu hohem Durchgangswiderstand erreicht wird. Das Generatorgas durchströmt die Filtereinsätze von außen nach innen und wird hierbei von dem noch mitgeführten feinen Staub befreit. Die Abdichtung der Filtereinsätze gegen die Gasaustrittsstutzen erfolgt durch Dichtungen aus Glaswolle.

#### **5. Gaskühler**

Das Gas wird in einem Gaskühler (23) üblicher Bauart, der vor dem Motorkühler angeordnet ist, eingeleitet und ihm durch die Kühlluft Wärme und Feuchtigkeit entzogen. Das abgeschiedene Kondenswasser wird in einem unter dem Gaskühler angebrachten Wassersammler (24) aufgefangen und muss in bestimmten Abständen abgelassen werden.

Das gereinigte und gekühlte Gas gelangt nun über einen Mischer (25), in welchem ihm die zur Verbrennung notwendige Luft zugesetzt wird, in den Motor. Die dem Gas zuzuführende Luftmenge wird mit der Stellung der Luftklappe geregelt, der Mengenregulierung des Gas / Luftgemisches dient die Gemischklappe.

Das Anlassen des Motors erfolgt bei Schleppern meist mit flüssigem Kraftstoff (Benzin) durch einen am Mischer angeblockten schwimmerlosen Vergaser.

Zum Anfachen des Gaserzeugers werden entweder Gebläse – meist Handgebläse - oder aber die Saugwirkung des laufenden Motors benutzt.

Es wird dabei der Motor im Leerlauf mit Flüssigkraftstoff betrieben und bei Verwendung eines Auspuff – Anfachers durch die Abgase der notwendige Unterdruck in der Anlage erzeugt. Bei dem sogenannten Hansa – Startverfahren werden durch eine Absperrklappe im Saugkrümmer die Hälfte der Zylinder abgeschaltet, die dann als Saugpumpe arbeiten. Mit dem am Gebläse angebrachten Ausblaserohr, das mit einer Absperrklappe versehen ist, wird das beim Anfachen erzeugte Gas ins Freie geleitet. Bei dem erwähnten Motor – Anfachverfahren ist zu beachten, dass die vorhandene Umschaltklappen auf “ Anfachstellung“ stehen.

#### **Wirkungsweise**

Der Einheitsgenerator ist eine Sauggasanlage, d.h. der laufende Motor saugt die benötigte Gasmenge aus dem Gaserzeuger selbst an und hält ihn damit in Betrieb. Beim Ansaughub des Motors entsteht ein Unterdruck in der gesamten Anlage und bewirkt das Einströmen der für die Vergasung des Brennstoffes benötigte Luftmenge in den Gaserzeuger.

Die angesaugte Luft gelangt durch die Düsen in den Herd, der mit Holzkohle befüllt ist, die bei Inbetriebnahme der Anlage mit der Fackel angezündet wurde. Es wird also nicht das unmittelbar das eingefüllte Holz vergast, sondern erst in Holzkohle umgewandelt und aus dieser das Generatorgas gewonnen.

Die glühende Holzkohle in der Düsenzone verbrennt mit der angesaugten Luft zu dem nicht brennbaren Kohlendioxyd ( $\text{CO}_2$ ), teil zu dem brennbaren Kohlenoxyd ( $\text{CO}$ ). Das Kohlendioxyd wird beim Durchgang durch die glühende Holzkohle zum größten Teil ebenfalls in das brennbare Kohlenoxyd umgewandelt (reduziert) und dadurch der Anteil der

brennbaren Bestandteile des Gases erhöht. Durch die im Herd herrschenden hohen Temperaturen (etwa 1200 – 1400° C in der Düsenzone) wird der über den Luftdüsen stehende Holzvorrat zunächst unter Bildung von Wasserdampf getrocknet und dann unter Ausscheidung von Schwefelgasen und Dämpfen in Holzkohle umgewandelt. Die zum Vergasungsvorgang notwendige Holzkohle bildet sich also im Gaserzeuger selbsttätig nach, so dass ein laufender Holzkohleverbrauch beim Betrieb des Einheitsgenerators nicht auftritt. Der Wasserdampf sowie die Schwelddämpfe gelangen durch die Saugwirkung des laufenden Motors in die Düsenzone und werden bei Durchgang durch die im Herd befindliche Glühende Holzkohle in ihre chemischen Bestandteile aufgespalten und in brennbare Gase verwandelt.

Ein Teil des Wassers zersetzt sich in Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ), der mit dem Kohlenstoff der Holzkohle sofort eine Verbindung zu Kohlenoxyd eingeht. Die Schwelgase und Teerdämpfe werden in Wasserstoff ( $H_2$ ), Methan ( $CH_4$ ) und Kohlenoxyd umgewandelt.

Mit dem Stillsetzen des Motors hört die Gasbildung selbsttätig auf, da der notwendige Saugzug fehlt und daher keine Luft mehr in den Gaserzeuger gelangt.

## **Die Brennstoffe**

Der Einheitsgenerator kann Holz, Torf, Braunkohlenbriketts sowie Mischungen dieser Brennstoffe verarbeiten.

### **Holz**

Außer Weide, Espe und Linde können alle Holzarten verbraucht werden. Eichenholz ist weniger geeignet, da es eine wenig brauchbare Holzkohle bildet und sollte daher nur in Mischungen von 1:1 mit anderem Holz verwendet werden.. Alle übrigen Holzarten sind allein oder in beliebigem Mischungsverhältnis geeignet. Auch ist es gleichgültig, ob es sich um Stubben-, Scheit-, Ast-, Knüppel- oder Abfallholz aus Industriebetrieben handelt. Rinde kann am Holz bleiben, nur bei starker Verschmutzung muss sie entfernt werden. Faules Holz ist unbrauchbar, dagegen „rotfaules“, d.h. bereits am Baum abgestorbenes Holz verwendbar.

Der Einheitsgenerator kann Holz mit einem Feuchtigkeitsgehalt bis zu 40% verarbeiten, doch sinkt die Leistung des Motors mit zunehmender Holzfeuchtigkeit ab.

Daher ist die Verwendung von möglichst trockenem Tankholz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von etwa 10 – 20%, d.h. „lufttrockenem“ Holz ratsam. Die einzelnen Holzstücke von etwa 7cm und einem Querschnitt von  $25\text{cm}^3$  - also etwa Faustgröße - aufweisen. Mit der Säge werden dicke Holzkloben in Scheiben von 7cm Länge zersägt, die dann mit dem Beil zerkleinert werden, bei Knüppel- und Astholz bis zu 5cm Stärke ist ein zusätzliches Zerhacken nicht notwendig.

Das gebrauchsfertige, kleinstückige Tankholz muss sorgfältig und trocken gelagert werden, um die Aufnahme von Feuchtigkeit zu verhindern. Bei loser Einlagerung soll das Holz auf festem sauberem Boden oder auf Holzroste aufgeschüttet werden, damit es nicht durch Sand, Steine usw. verunreinigt wird. Verunreinigungen verursachen erhöhte Schlackenbildung und Verstopfung des Herdes. Daher sind beim Umschauen oder Einfüllen des Holzes in Säcke oder Messgefäße nur Gabeln und keine Schaufeln zu verwenden. Auch darf das Holz keine Metallteile wie Nägel, Beschläge usw. enthalten. Das Beimischen von Sägespänen, dünnen Spänen, Splintern und Rinde zum Tankholz ist zwecklos und führt nur zur Erhöhung des Widerstands in der Anlage und des Staubgehaltes des Gases.

Der durchschnittliche Holzverbrauch für einen 25 PS Schlepper mit Einheitsmotor beträgt bei Verwendung von Kieferholz 10-12 Kg pro Stunde, bei Vollast ca. 20-25 Kg / Std.

### **Torf**

Der im Generator zur Verwendung gelangende Torf muss in seiner Stückgröße etwa der des Tankholzes entsprechen. Staubförmiger und kleinstückiger Torf muss vorher abgeseibt werden; der Torf muss möglichst schwefelfrei sein (unter 0,2% flüchtiger Schwefel) und einen Aschegehalt unter 2,5% besitzen. Seine Feuchtigkeit darf wie bei Holz nicht über 40% betragen. Vor der Verwendung unbekannter Torfsorten deren Analysedaten nicht vorliegen wird gewarnt und sollen auch nicht eingesetzt werden.

Zum Betrieb von Torf muss der Gaserzeuger mit einer von außen ohne Öffnen der Aschetür zu betätigenden Rüttelvorrichtung ausgerüstet sein, da die Herdfüllung während des Betriebes mehrfach aufgelockert werden muss.

Zur Befüllung des Gaserzeugerherdes ist entweder Holzkohle oder Retortentorfkoks zu verwenden.

### Braunkohlebriketts

Zur Verwendung im Einheitsgenerator sind Briketts des Rheinischen (Union) Braunkohlesyndikats, sogenannte Industrie – Briketts von etwa 60 . 170g Gewicht geeignet, jedoch nicht solche mitteldeutscher Herkunft.

Auch bei Verwendung von Braunkohle – Briketts ist zum häufigen Auflockern der Herdfüllung eine von außen zu betätigende Rüttelvorrichtung erforderlich. Sie wird über ein kleines Untersetzungsgetriebe vom Motor selbsttätig angetrieben.

Mit diesem Bericht hoffe ich die Funktion des E- Generators ein wenig erläutert zu haben.

