



UNIVERSITY OF NIŠ  
The scientific journal FACTA UNIVERSITATIS  
Series: **Mechanical Engineering** Vol.1, N° 4, 1997 pp. 479 - 484  
Editor of series: *Nenad Radojković*  
Address: Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, YU,  
Tel: (018) 547-095, Fax: (018)-24-488

## TRACTOR DRIVEN BY GASEOUS FUEL OBTAINED BY GASIFICATION OF WOOD

UDK: 662.621.039.542.5

\* **Aleksandar Stefanović**, \*\* **Karl Maurer**, \*\*\* **Ivan Klinar**

\* Faculty of Mechanical Engineering, Beogradska 14, 18000 Niš

\*\* Akad. Oberrat des Instituts für Agrartechnik Universität Hohenheim-Stuttgart,  
Garbenstrasse 9, 7000 Stuttgart 70,

\*\*\* Faculty of Technical sciences, 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

**Abstract.** *Gaseous fuels obtained from renewable raw products, beside natural gas, can be considered in principle as valuable energents due to its economic production and environmental protection. In this paper, our experiences in using once upon a time very frequently used and nowadays almost forgotten gas obtained by gasification of wood, are presented. Gasgenerator is built in tractor with engine adapted for spark ignition operation. The obtained power of engine is 30% lower comparing to the case of engine drive by diesel fuel. The presented paper is the result of our investigations carried out at Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim - Stuttgart in the frames of an scientific project.*

### TRAKTOR MIT HOLZGASANTRIEB

#### 1. EINLEITUNG

Bei den Bemühungen fossile Energieträger durch Nutzung regenerativer Energiequellen teilweise zu ersetzen, bietet sich die Vergasung von Holz und anderen Festbrennstoffen an. Für die Verwendung in Fahrzeugen kommen vorwiegend Stückgutvergaser in Frage, die auch früher schon Verwendung fanden.

In normale weise Holzgas ist brennbar Gas und enthält zwischen (16-23)% CO, (9-15)% H<sub>2</sub>, (1-3)% CH<sub>4</sub>, (7-11)% CO<sub>2</sub>, (41-54)% N<sub>2</sub> und (1-5)% H<sub>2</sub>O als Dampf und Spuren weitre Kohlenwasserstoffe (0,3-1) Vol.% C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> das spezifische Gewicht liegt bei etwa 1.14 kg m<sup>3</sup>. Die Zusammensetzung schwankt je nach Art der Biomasse und deren Feuchte beträchtlich, der Energieinhalt schwankt daher zwischen 4100 und 5500 kJ/m<sup>3</sup> aus Holz mit cca 20% relativer Holzfeuchte. Das heist dass 1kg Holz können durchschnittlich einer

---

Received April 7, 1997

Enregieleistung von 0,12kg Dieselöl ersetzt werden.

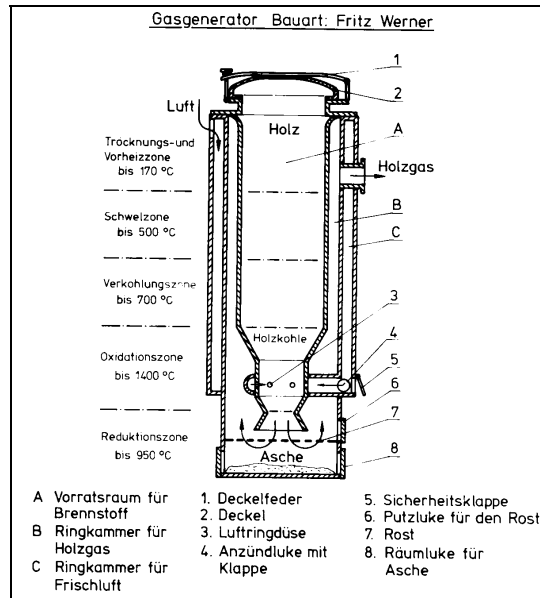


Abb. 1 Holzgasgenerator Bauart Fritz Werner

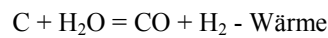
## 2. FUNKTION DES FESTBETTGENASGENERATORS

Der grundsätzliche Aufbau einer Holzgasgenerators ist in Abb. 1 dargestellt. Das in den Generator eingefüllte stöckige Holz wird in der ersten Phase getrocknet, gelangt dann durch die Schmelzone in die Verkohlungszone und diese unter Teilverbrennung vergast.

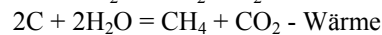
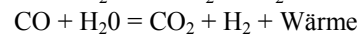
In der Oxydationszone wird ihm durch ein Ringdüsen-System die notwendige Versaugluft zugeführt. Die glühende Holzkohle oxydiert mit der Luft zu Kohlendioxyd, wobei Wärme frei wird:



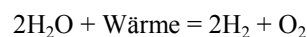
In dieser Zone bildet sich auch Wasserstoff und Methan:



Des weiteren laufen folgende Reaktionen ab:



Der entstehende Wasserdampf aus der Oxydationszone in freien Wasserstoff ( $H_2$  und Sauerstoff  $O_2$ ) zerlegt:



Die Schwelgas enthaltenen hochmolekularen Kohlenwasserstoffes wie Holzessig Phenol, Teer usw. werden vollständig versetzt und in brennbares Gas umgesetzt. In der Reduktionszone wird durch weitere Wärmeaufnahme aus Kohledioxyd brennbares Gas entwickelt:



Der Wirkungsgrad eines Holzgasgenerators liegt je nach Beschaffenheit des zu vergasenden zwischen 50 und 70%.

Die Erzeugung von Holzgas für den Betrieb von stationären Motoren finden verschiedene Bauarten von Vergasen Verwendung, die meist für die Verarbeitung von Abfallstoffen bei der Holzver- und Bearbeitung oder Land- und Forstwirtschaft anfallen geeignet sind. Die hierbei teilweise beträchtlichen Mengen an Kondensat schaffen ein neues Entsorgungsproblem. Für den Betrieb von Fahrzeugmotoren kommen ausschließlich Vergaser für trockenes, stückiges Holz in Frage. Ein solcher Stückgutvergaser wurde von Fa. Fritz Werner gebaut und an einen Schlepper der Fa. KH Deutz installiert (Abb.2)

### 3. UMRÜSTUNG DES SCHLEPPERS

Neben der Anbringung des Holzgasgenerators mußte der Dieselmotor auf Gasbetrieb umgestellt werden. Der luftgekühlte 4-Zylinder Dieselmotor Fabrikat KH Deutz, Typ F 4 L 912 mit einem Hubvolumen  $3768 \text{ cm}^3$  wurde das Verdichtungsverhältnis von 1 zu 17 auf 1:12 reduziert und Zylinderkopf anstelle der Einspritzdüsen Zündkerzen eingebaut [1,2].



Abb.2 Traktor mit eingebauten Holzgasgenerator

Die Einspritzpumpe wurde gegen einen handesüblichen Zündverteiler mit Regler ersetzt und eine Zündanlage installiert (Abb. 3)

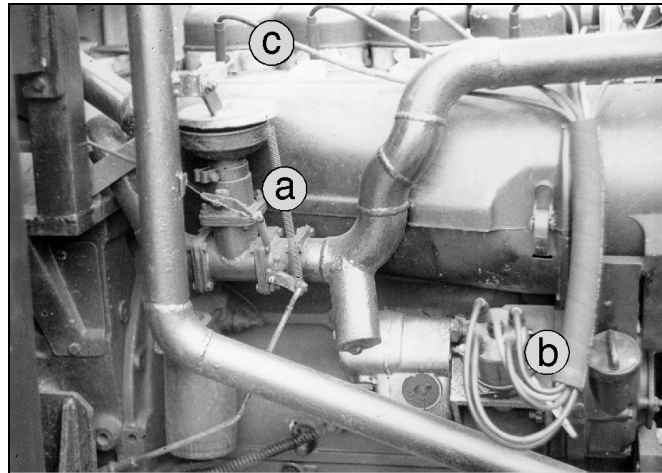


Abb.3 Handesüblichen eine Zündanlage und Gasluftmischer  
a) Gasluftmischer b) Zündverteiler mit Regler c) Zündkerzen

Um einen störungsfreien Motorbetrieb zu gewährleisten, muß das Holzgas nach der Erzeugung gereinigt und gekühlt werden. Der Gasfluß ist in Abb. 4 schematisch dargestellt.

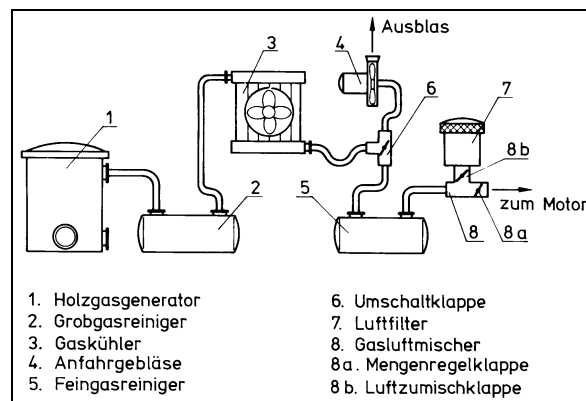


Abb 4. Schematischer Aufbau der Holzgasanlage des Schlepers

Beim Anheizen des Generators wird nach der Befüllung durch die Anzündlupe leicht brennbares Material wie beispielweise Sägespäne eingeführt und erzündet. Durch das dabei wird das Anfahrgebläse eingeschaltet, so daß Verbrennungsluft durch den Gasgenerator gesaugt wird. Nach etwa 3-5 Minuten ist das Gas Brennbar, was durch eine Zündprobe am Ausblas des Gebläses zu prüfen ist. Danach wird das Anfahrgebläse ausgeschaltet und die Gasführung zum Motoransaugstutzen umgelenkt und der Motor gestartet. Da die Gaszusammensetzung nach Holzart und Zustand und in Abhängigkeit vom Betriebszustand (Füllung) des Generators beträchtlich schwankt kann ist das Gasluftmischungsverhältnis

jeweils nachzuregeln.

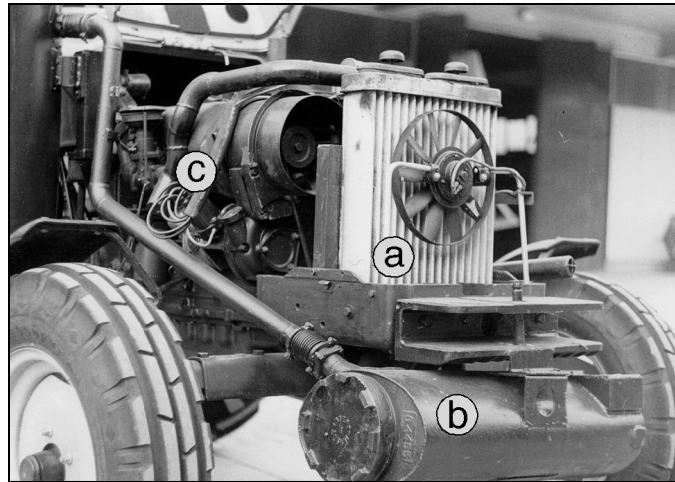


Abb 5 Darstellung des Gaskülers und Gasreinigers  
a) Gasküler b) Gasreiniger c) Zündverteiler

#### 4. MOTORLEISTUNG

Die Leistung des Motors wurde auf dem Zapfwellenprüfstand für stückiges, getrocknetes Buchenholz als Brennstoff ermittelt. Aus der in Abb. 6 wiedergegebenen Motorkennlinie ist ersichtlich, daß die höchste Motorleistung für etwa 63% der dieselmotorischen Leistung beträgt.

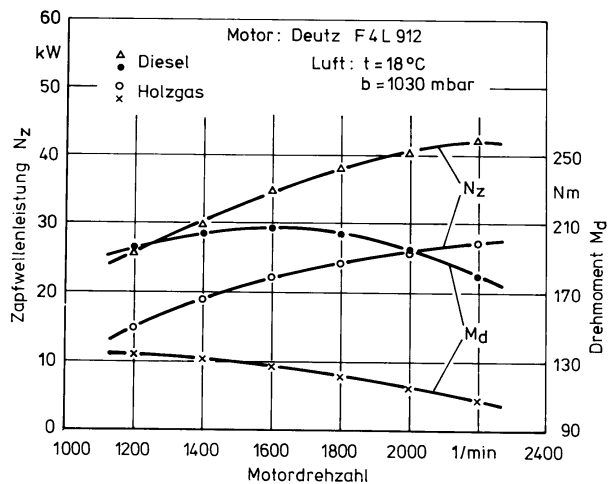


Abb.6 Kennlinie des Motors Deutz F 4L912

Der Verlauf der Drehmomentkurve ist flacher, sie steigt jedoch bei abnehmender Drehzahl stetig an, so daß der Motor im Fahrbetrieb bischen wenig elastischer ist als beim Dieselbetrieb. Während der Prüfstandsmessung wurde der Holzverbrauch überschlägig zu 1,4kg je abgegebener kWh ermittelt, um einen fortlaufenden Schlepperbetrieb zu gewährleisten ist notwendig, daß bei der üblichen Auslastung von Schleppermotoren im Abstand von ca 1/2 bis 1 Stunde Fahrbetrieb zum Nachbesicken des Holzgasgenerators kurz unterbrochen werden muß. Nach dem Nachfüllen kann unmittelbar weiter gefahren werden, wobei das Gas/Luftmischungsverhältnis dem erforderlichen Fingerspitzengefühl nachzuregeln ist.

#### 5. LITERATURVERZEICHNIS

1. Krpan D.; Laki motori, I deo, Sveučilišna naklada, Zagreb 1976
2. Huss U.; Maurer K.; Stefanović A.; Verstromung von Biogas in einer Versuchsaggregat für Kraft - Wärme – Kopplung Landtechnik 1/1983
3. Jaster K.; Wirbelschicht -Vergaser für Biomasse Sonnenenergie & Wärmepumpe 4/82
4. Firma Fritz Werner; Prospektmaterial
5. Leuchs M.; Messungen an einem Bioagsgenerator Sonnenenergie & Wärmepumpe 4/82

### **TRAKTOR SA POGONOM NA GAS DOBIJEN GASIFIKACIJOM DRVETA**

**Aleksandar Stefanović, Karl Maurer, Ivan Klinar**

*Gasovita goriva dobijena iz obnovljivih sirovina, pored zemnog gasa, mogu se smatrati u principu vrednim energentom s obzirom na njihovu ekonomičnost i uticaj na okolinu. Ovim radom će biti prikazana naša iskustva u korišćenju nekada čestog a danas skoro zaboravljenog gasa, dobijenog gasifikacijom drveta. Gasogenerator je ugradjen na traktor, kome je motor preradjen za rad sa varničnim paljenjem goriva. Dobijena snaga motora je oko 30% niža od snage klasičnog motora sa pogonom na dizel gorivo. Prezentirani rad je rezultat naših ispitivanja na Institutu za agrarnu tehniku Univerziteta Hoenhajm u Štutgartu realizovanih u okviru jednog istraživačkog projekta.*