(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 506 919 A1 2009-12-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 73/2008**
(22) Anmeldetag: **18.01.2008**
(43) Veröffentlicht am: **15.12.2009**

(51) Int. Cl.[8]: ***C10J 3/00*** (2006.01),
C10J 3/26 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

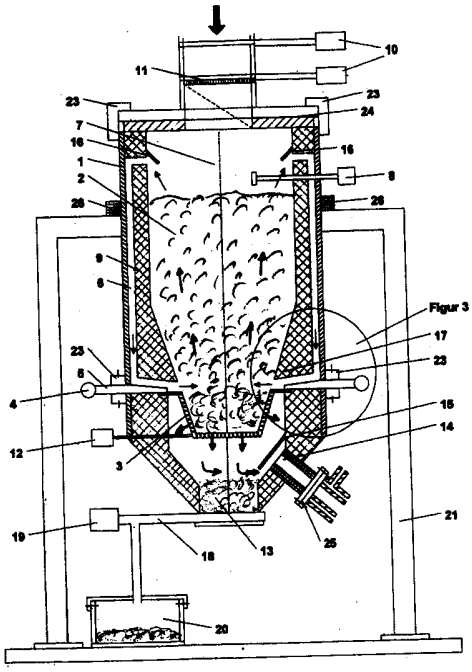
SAILER WALTER DIPL.ING.
A-9220 VELDEN/WÖRTHERSEE (AT)

(72) Erfinder:

SAILER WALTER DIPL.ING.
VELDEN/WÖRTHERSEE (AT)

(54) REDOX - GLEICHSTROM - REDUKTIONSVERGASER ZUR ERZEUGUNG EINES NAHEZU TEERFREIEN HOLZGASES AUS BIOMASSE FÜR MOTORISCHE NUTZUNG

(57) REDOX - Gleichstrom - Reduktionsvergaser zur Erzeugung eines nahezu teerfreien Holzgas aus Biomasse gemäß Fig. 1, Fig. 2, in einem Reaktorraum 2 bestehend aus Stahl - Zylindergefäß 1, flaschenhalsförmige Ausmauerung 9,6- eckigen Wannenrost 3 zur Bildung einer Reduktionszone aus Holzkohlenglut, mit einem mindestens 6 - strahligen Duffusor - Injektor - Düsenkranz 5 zur Mischgasbildung 22 Fig. 3 durch Absaugen des Pyrolysegases im oberen Vergaserraum 7 in Verbindung mit Vergasermittel über einen Rohrringkranz 4 um den Vergaser sowie durch Injektorwirkung erzielte interne Zirkulation der Gasströme über Seitenkanäle 6 im Vergaser, begünstigt durch Flaschenhalsform des Reaktorraumes 9 zur intensiven Stoffstromwechsel für gleichmäßige Temperaturverteilung, ausreichende Verweildauer zur vollkommene Spaltung der Kohlenwasserstoffe durch Oxidation und Reduktion der Oxidationsprodukte des über die Doppelschieberschleuse 10 zugeführten Vergasermaterial und Abzug des Produktgases durch den schlitzförmigen Wannenrost 3 im Unterdruckbetrieb über Gasaustrittstutzen 14, 25, Asche und Kohlenstoffgrus 13 mit Austragung 18,19,20, und servicefreundlicher Aufbau in 3 - Einheiten zerlegbar, befestigt durch Aufhängung 26 am Stahlgerüst 21.



AT 506 919 A1 2009-12-15

Dipl.- Ing. Walter Sailer, Beethovenallee 3, A – 9220 Velden / Wörthersee

(241

Zusammenfassung

REDOX – Gleichstrom – Reduktionsvergaser

REDOX – Gleichstrom – Reduktionsvergaser zur Erzeugung eines nahezu teerfreien Holzgas aus Biomasse gemäß Fig.1, Fig.2, in einem Reaktorraum 2 bestehend aus Stahl - Zylindergefäß 1 , flaschenhalsförmige Ausmauerung 9 , 6 – eckigen Wannenrost 3 zur Bildung einer Reduktionszone aus Holzkohlenglut, mit einem mindestens 6 – strahligen Duffusor – Injektor – Düsenkranz 5 zur Mischgasbildung 22 Fig. 3 durch Absaugen des Pyrolysegases im oberen Vergaserraum 7 in Verbindung mit Vergasermittel über einen Rohrringkranz 4 um den Vergaser sowie durch Injektorwirkung erzielte interne Zirkulation der Gasströme über Seitenkanäle 6 im Vergaser, begünstigt durch Flaschenhalsform des Reaktorraumes 9 zur intensiven Stoffstromwechsel für gleichmäßige Temperatur-verteilung, ausreichende Verweildauer zur vollkommene Spaltung der Kohlenwasserstoffe durch Oxidation und Reduktion der Oxidationsprodukte des über die Doppelschieberschleuse 10 zugeführten Vergasermaterial und Abzug des Produktgases durch den schlitzförmigen Wannenrost 3 im Unterdruckbetrieb über Gasaustrittstutzen 14, 25, Asche und Kohlenstoffgrus 13 mit Austragung 18,19,20, und servicefreundlicher Aufbau in 3 – Einheiten zerlegbar, befestigt durch Aufhängung 26 am Stahlgerüst 21

Kennzeichnende Erfindung: Figur 1

(zu 1

Dipl.- Ing. Walter Sailer, Beethovenallee 3, A – 9220 Velden / Wörthersee

Zur Patentanmeldung

Beschreibung des Gegenstandes

Der REDOX – Gleichstrom - Reduktionsvergaser zur Erzeugung eines nahezu teerfreien Holzgases aus Biomasse für die motorische Nutzung

1. Technisches Aufgabengebiet

Die Nutzung von Biomasse als regenerativen Energieträger ist angesichts immer knapper werdender fossiler Energieressourcen und des Klimawandels infolge des Treibhauseffekts erhöhten CO2 – Ausstoßes das Gebot der Stunde.
Dem Einsatz von Biomasse zur Gewinnung von Strom und Wärme kommt somit in unseren waldreichen Ländereien eine besondere Bedeutung zu.
Die energetische Nutzung des Holzes als Vergaserbrennstoff zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme in einer KWK – Motorheizkraftwerk (MHKW) ist hier die wertvolle Alternative.

Die Erzeugung von Holzgas aus festen Kraftstoffen in einem Holzgenerator ist ebenso alt wie die Entwicklung der Gas – Verbrennungsmotoren, jedoch der Weg zu einem vollautomatischen nahezu störungsfreien Betrieb scheint nun Realität zu werden.
An die Entwicklung von Holzvergaser werden für eine optimale Holzgasqualität hohe Ansprüche gestellt, um eine lange Nutzungsdauer des Motors zu erreichen.
Die Probleme der Holzvergasungsverfahren sind überwiegend die Teerbildungen und die kondensierbaren Kohlewasserstoffe, die dem Motor nur eine kurze Lebensdauer ermöglichen.
Es gibt einige Verfahrenstechniken auf dem Markt, die in der Entwicklung nicht weiter gekommen sind. Vielfach wurde die Vergasung nach dem Pyrolyseverfahren mit geringen Einsatz eines Vergasungsmittel gewählt, wobei bei der Umwandlung des festen Brennstoffes in der Regel hochmolekulare Kohlenwasserstoff – Verbindungen (Teere) entstehen, die einen hohen Betriebs- und Investitionsaufwandes zur Gasbehandlung erfordern.

Es war nur mehr eine Frage der Zeit bis ein geeigneter Holzvergaser den Durchbruch der Vergasertechnologie mit den wechselseitigen physikalischen und chemischen Prozessen problemlos schafft.
Neben verschiedenen technologischen Verfahren ist die vorliegende Erfindung eine neue Generation der Holzvergasung, in der die Wechselbeziehungen Oxidation und Reduktion der Gase eine überdimensionale technische Funktion erhält, also eine Optimierung des Verfahrens der Gasreduktion nach dem Prinzip der Gleichstrom – Festbettvergasung eines autothermen – drucklosen Holzvergasers in Kombination mit einem Gasmotor., daher auch REDOX genannt.
Die Verfahrenstechnologie beruht auf den Erkenntnissen der Funktionsweise des Hochofens und der Technologie der Holzvergasung nach Imbert für die Kraftwagen - Gaserzeuger nach dem 1. Weltkrieg in den Jahren 1930 - 1940
In beiden Verfahren entstehen in Verbindung mit heißer Luft und Kohle (Holzkohle) ein Reduktionsgas und Wärme. Als Endprodukt fallen beim Hochofen neben Roheisen die Schlacke und Gichtgas und bei der Holzvergasung Holzasche und Holzgas an.

Das Ergebnis dieser Betrachtung ist die Suche nach Möglichkeiten, die Qualität der Vergasung durch Primärmaßnahmen zu verbessern, technische Konfigurationen zu finden, um das Produktgas in Gasmotoren oder Gasturbinen in dezentralen KWK – Anlagen wirtschaftlich einsetzen zu können.
Die besonderen Erkenntnisse aus dieser Technologie und mit Hilfe neuer Techniken aus dem Motorenbau, den Erkenntnissen der Heißgasfiltration zur Gasreinigung sowie der Mikroprozess – und Softwaretechnik ermöglichen die Umsetzung der REDOX – Holzvergasung zur Erzeugung eines nahezu teerfreien Holzgases mit höchster Gasqualität.

2. Stand der Technik

Nach den **Bauarten** lassen sich die Vergaser in Hauptgruppen wie Festbettvergaser, Wirbelschichtvergaser (stationär und zirkulierend) und Flugstromvergaser einteilen. Unter den Festbettvergasern unterscheidet man die Gegenstrom (aufsteigende Vergasung), Gleichstrom (absteigende Vergasung) und Querstromvergaser, wovon die Vergasung nach dem Gleichstrom (Brennstoff und Vergasung im gleichen Stromfluss) wegen des geringeren Aufwandes zur Gasbehandlung bzw. Reinigung bevorzugt wird.
Nach der **Brennstoffleistung** liegt der wirtschaftliche Einsatzbereich beim Gegenstrom - Festbettvergaser zwischen 100 KW und 5 MW, beim Gleichstrom – Festbettvergaser zwischen 10 KW – 2.000 KW und beim Wirbelschichtvergaser ab 10 MW.
Weitere Verfahrensunterschiede sind die **Anwendungen von Vergasungsmittel** mit Luft – Sauerstoff oder Sauerstoff oder mit Wasserdampf oder auch ohne Vergasungsmittel wie im Falle der reinen Pyrolyse. Der Einsatz von Wasserdampf und von Sauerstoff angereicherte Luft als Vergasungsmittel wird vorwiegend beim Wirbelschichtvergaser angewandt.
Je nach der **Art der Energiezuführung** zur Trocknung und Vergasung unterscheidet man weiters zwischen der allotherme und der autotherme Vergasung. Bei der allothermen Vergasung wird die Energie von außen über Wärmetauscher in den Reaktor eingebracht, während bei der autothermen Vergasung die Energie durch die Verbrennung des Vergaserbrennstoffes Holz aufgebracht wird und so das Gleichgewicht des Vergasungsprozesses selbstständig (autotherm) in Gang gehalten wird.

Holz ist ein inhomogener Brennstoff bestehend aus Zellulose, Lignin, Wasser, Harze , Säuren, Öle Mineralstoffe, etc. und ist mit etwa **85 % flüchtigen Bestandteile** der gasreichste feste Brennstoff. Nur etwa 14 % verbrennen im festen Zustand als Holzkohle, der Rest von etwa 1 % ist Holzasche.

Die **physikalischen und chemischen Vorgänge des Vergasungsprozesses** aus Biomasse lassen sich in verschiedene Zonen einteilen, die nicht voneinander getrennt sind, sondern zwischen denen ein fließender Übergang stattfindet und an deren Austritt das Rohgas aus Holz zur weiteren Aufbereitung durch Reinigung und Kühlung zur Verbrennung im Motor genutzt wird. Diese Zonen, in den das Vergasungsmaterial Holz durchläuft, sind im Allgemeinen

- die **Trocknungszone** bei Temperaturen bis 200 °C, wobei Wasser und leicht flüchtige Bestandteile nach oben entweichen (endothermer Prozess)
- die **Pyrolysezone** (Zersetzung, Entgasung) bei Temperaturen zwischen 200 – 700 °C, wobei die Schwelprodukte großteils aus Kohlenwasserstoffe bestehen (endothermer Prozess)
- die **Oxidationszone** ist die Verbrennungszone (exothermer Prozesss), in der für die oberen Prozesse die Reaktionswärme zur Trocknung und Pyrolyse und für die nachfolgende Reduktionszone erzeugt wird. Bei Temperaturen bis zu 1.300 °C werden hochmolekulare Teerbestandteile auf gespalten, wobei ein Teil zu CO2 und H2O oxidiert.
- die **Reduktionszone** ist der verbliebene Holzkohlenglutstock, in dem das CO2 und H2O wieder zu brennbaren Gasen CO und H2 umgewandelt wird. Die Reaktionstemperatur des Holzgases liegt bei 500 – 600 °C am Austritt des Vergasers (endothermer Prozess) Die wesentlichen Reaktionen sind die Boudouard -, die heterogene Wassergas – Reaktionsgleichgewichte , die steigender Temperatur und fallenden Druck zu CO und H2 reagieren.

Die Endprodukte sind das Holzgas, ein Mischgas mit niedrigem Heizwert und mineralische Asche, das als einziges Restprodukt (feste Emission) aus dem Vergaser anfällt.

Das **rohe Holzgas** wird schließlich einer Gasaufbereitung (Reinigung, Kühlung, Trocknung) zugeführt, das in einem ganzheitlichen Vergasungssystem, einem Holzgaskraftwerksystem integriert ist, um in geeigneter Weise das reine Holzgas in einem Verbrennungsmotor zur Erzeugung von Strom und Wärme zu verbrennen.

Je nach Verfahren von Vergasersystemen ist das verunreinigte Rohgas von Kohlenstaub, Asche, Teerdestillaten und Wasser zu reinigen, wofür sich verschiedene aufwendige Reinigungsverfahren anbieten.
Die bedeutenden **thermochemischen Reaktionen der Prozessvorgänge** während des Verlaufs der Holzvergasung sind:

Die **Pyrolyse,** hier fallen flüssige und gasförmige Pyrolyserückstände an, die bei der Reinigung und Kühlung des Rohgases zu entsorgen sind.

Bei der **Oxidation** (exotherm) entstehen die Produkte : $C + O2 = CO2$ oder $C + ½\ O2 = CO$
bzw. $CxHy + (x + ¼\ y)\ O2 = x\ CO2 + ½\ y\ H2O$
Bei der **Boudouard Reaktion** (endotherm) entstehen: $C + CO2 = 2\ CO$
Die **Wassergas – Reaktion** (endotherm): $C + H2O = CO + H2$ oder $2\ CO + H2O = CO2 + H2$
bzw. $CxHy + H2O = x\ CO * (x + ½\ y)\ H2$
Die **Methan – Reaktion** (exotherm): $C + 2\ H2 = CH4$

Bei den chemischen und physikalischen Prozessen der Holzvergasung sind insbesondere folgende **Einflussgrößen und wichtige Parameter** für eine gute **Gasqualität und Quantität** zu beherrschen.

- der gleichmäßige, vollständige Ablauf der Reaktionen
- die ausreichende Verweildauer der Gase in den Reaktionszonen
- die Temperaturverteilung im Reaktor je nach Verfahren und Betriebsbedingungen

Eine gute Gasqualität verlangt eine sorgfältige **Aufbereitung des Vergaserbrennstoffes** zur Erfüllung der allgemeinen Anforderungen. Vor allem verlangt der Gleichstromvergaser für eine Gasqualität mit niedrigem Teergehalt einen **Wassergehalt** des Holzes zwischen 15 - 20 % und ein durchschnittliche **Stückgutgröße** zwischen 30 – 70 mm.

Die selektive Entwicklung zur Nutzung des Holzgases geht in Richtung der **Kombination des Gleichstromvergasers mit dem Verbrennungsmotor**, die im kleineren und mittleren Leistungsbereich elektrische Wirkungsgrade von über 30 % und Gesamtnutzungsgrade bis über 85 % erreichen..
Diese Wirkungsgrade werden im Betrieb als **KWK** (Kraftwärmekopplung) mit der Nutzung der Abgaswärme und der Abwärme des Motors sowie bei der Gaskühlung des Holzgases erreicht. Zum Vergleich alternativer Prozesse wie Dampfkessel / Turbine, ORC, Stirling hat dieses KWK – System mit Holzgas einen um etwa 10 – 15 % höheren elektrischen Wirkungsgrad.

Wegen der Robustheit kommen vor allem umgebaute **Dieselmotoren mit Fremdzündung als Gasmotor** zum Einsatz, weil diese Konstruktion auf die für das Holzgas zulässigen hohen Verdichtungsverhältnisse ausgelegt ist. Es ist jedoch wegen des geringen Mischheizwertes des Holzgases mit Luft mit einer geringeren Leistung wegen der größeren Gasmassenströme als bei fossilen Treibstoffen zu rechnen.
Um die Verdichtungsarbeit zu minimieren und die **Zylinderladung zu maximieren** soll das Holzgas mit möglichst niedriger Temperatur dem Motor zugeführt werden. In der Praxis haben sich Temperaturen von 40 – 60 °C bewährt. Bei etwa 100 °C ist bereits zusätzlich mit einem Arbeitsverlust von 9 – 14 % zu rechnen. Bei 300 °C betragen die Verluste rd. 30 – 40 %.
Die motorische Nutzung des Holzgases erfordert somit eine Gaskühlung bzw. in weiterer Folge eine Ausscheidung von Teerdestillaten und Partikeln.

Die **Methoden dieser Gasreinigung** sind entweder die Heißgasreinigung (Heißgasfiltration) oder die Kaltgasreinigung (Kühlung mit Gaswäsche, Trocknung). Bei der Heißgasreinigung gibt es noch keine Langzeiterfahrungen und die Kaltgasreinigung hat mit den höheren Aufwand der Entsorgung der Kondensate bzw. Pyrolyserückstände zu kämpfen.

Das aus dem Vergasungsprozess des Holzes unter Zugabe von Luft als Vergasungsmittel gewonnene Holzgas ist ein **Produktgasgemisch** bestehend aus folgenden Volumenprozenten:

Brennbare Bestandteile: CO 10 – 15 %, H2 15 – 20 % , CH4 3 – 5 %, CxHy < 1 %
Nicht brennbare Bestandteile: CO2 10 – 15 % , N2 45 – 50 %
Heizwert des Schwachgases: 4 – 6 MJ / m3 (zum Vergleich – Erdgas: ca. 34 MJ / m3)

Die **Vorraussetzung zur Optimierung der Gasqualität** (unterstöchiometrische Verbrennung)
- für die Reduktion des H2O und CO2 liegt im Vergaser eine Temperatur von mindestens 800 °C vor
- das Optimum der Holzfeuchte liegt zwischen 15 – 20 % (nicht darunter oder darüber)
- die Luftzahl für ein Maximum von CO liegt zwischen 0,25 – 0,30
  - bei niedrigeren Werten erhöht sich der Gehalt an H2 und CH4
  - bei über 0,5 gibt es keine brennbare Gasqualität.
- die Vergasungsmittel - Luft - Sauerstoff oder Wasserdampf, wobei die Reduktion des N2 von 50 % auf 1 % ein Vorteil wäre, jedoch die Kosten sind zu hoch.. Wasserdampf senkt ebenfalls N2 auf 1 % , die Kosten der Verdampfung sind zu berücksichtigen

Der kontinuierliche Prozess der Vergasung von Holz verlangt auf Grund der geschilderten Prozessketten eine Vielzahl von Anlagenkomponenten und Verfahrentechnologien, die alle aufeinander abgestimmt sein müssen, um einerseits Störungen des Betriebes zu vermeiden und anderseits maximale Wirkungsgrade mit bester Gasqualität zu erreichen.

Die Umsetzung der Prozessketten eines **ganzheitlichen Vergasungssystems ist das Produkt eines Holzgaskraftwerkes ,** das im Wesentlichen zur Bewerkstellung bzw. zur Lösung der Anforderungen aus folgenden Anlagenkomponenten besteht:
- kontinuierliche Brennstoffaufbereitung aus groben Hackgut (Hacken, Sieben)
- kontinuierliche Hackguttrocknung unter der Nutzung der anfallenden Abluftwärme aus dem Holzgaskraftwerksystem
- die Beschickung der Vorratsbehälter des Holzvergasers
- die kontinuierliche Beschickung des Vergasers mit seinen Einrichtungen der Doppelschieberschleuse, Luft – Sauerstoff – Ringeindüsung, beweglicher Rost mit Entaschungseinrichtung
- Holzgas – Nachverbrennungsanlage beim Start, Abfahren und Störungen
- die Heißgasfiltration zur Holzgasreinigung mit erprobten Keramikfilterkerzen und der erforderliche Sicherheitstechnik
- die kontinuierliche Gaskühlung mit Abwärmenutzung zur Hackguttrocknung
- das Motorheizkraftwerk mit Gasmotor und Schaltschrank für Netzparallelbetrieb zur Erzeugung von Ökostrom und Biowärme

3. Technische Lösung zur Erfindung

Die Vergasung und Verbrennung von Holz oder Kohle sind verwandte chemische thermische Prozesse, wobei bei der Vergasung kein vollständiger Umsatz der Kohlenwasserstoffe zu CO2 und H2O angestrebt wird. Während bei der idealen Verbrennung mit Luftüberschuss (überstöchiometrische Verbrennung) die vollständige Umsetzung zu CO2 und H2O abläuft, ist das Ziel bei der Vergasung mit ungenügender Luftzufuhr(unterstöchiometrische Verbrennung) noch brennbare Gase wie CO, H2, CH4 zu erzeugen. Die reale Vergasung ist somit ein Mittelweg zwischen idealer Vergasung und idealer Verbrennung.

Der Wassergehalt im Vergasungsgut spielt bei der Vergasung eine bedeutende Rolle. Ein zu hoher Gehalt an H2O benötigt zur Verdampfung mehr Energie und führt zum Absinken der Vergasungstemperatur, zum andern ist H2O und O2 ein wichtiges Vergasungsmittel.

Bei Zufuhr von thermischer Energie 200 – 600 °C erfolgt der Vergasungsprozess der Pyrolyse, also die Aufspaltung der Hauptbestandteile von Holz in Cellulose, Hemicellulose und Lignin.

Ohne zusätzliches Vergasungsmittel aus Luft entsteht hier ein Schwelgas, Pyrolyseöl und Kohlenstoff. Die Zufuhr von Luft als Vergasungsmittel spielt daher für die Umsetzung der flüssigen und festen Bestandteile in Gas eine besondere Rolle.

Beim Vergasungsprozess des Festbett – Gleichstromvergasers durchlaufen das Vergasungsgut die verschiedenen Zonen wie Trocknung, Pyrolyse, Oxidation und Reduktion.
Zur Aufrechterhaltung des Vergasungsbetriebes im Reaktor zur Trocknung und Pyrolyse sowie zur Reduktion von CO2 und H2O (endotherme Prozesse) ist eine ausreichende Temperatur durch Zufuhr von Sauerstoff bzw. Oxidation von Kohlenstoff (exothermer Prozess) erforderlich.
Das Gleichgewicht des thermochemischen Prozesses der Verbrennung ist temperaturabhängig und somit eine Funktion des Sauerstoffverbrauches.
Bei steigender Temperatur werden mehr leicht flüchtige Gasbestandteile gebildet und der Anteil brennbarer Komponenten im Produktgas nimmt zu. Die Erzielung einer vollständigen Vergasung verlangt daher eine hohe Vergasungstemperatur. Die Zonen sind durch die sich einstellenden Temperaturniveaus sowie durch das Sauerstoffangebot bestimmt.

Zur Folge können hohe Temperaturen nur durch die partielle Verbrennung (Teiloxidation) oder durch externe Energiezuführung erzielt werden. Ein hoher Wassergehalt im Vergasungsgut ist ebenfalls ein Energieverlust und wirkt sich negativ auf die Vergasung aus.

Eine weitere Einflussgröße der Vergasung ist das Oberflächen/Volumenverhältnis des Vergasungsgutes bedingt durch die heterogenen Zersetzungsreaktionen. Eine einheitliches Oberflächen/Volumenverhältnis begünstigt den Stofftransport zur reagierenden Oberfläche des Vergasungsgutes. Zu feine Anteile führen beim Vergasungsprozess zum Druckabfall, wodurch eine gleichmäßige Durchströmung und die Verweildauer zur Reduktion des Gases im Vergasungsbett verhindert werden.

Alle diese einzelnen physikalischen und chemischen Prozesse und technische Verfahren zur Erzeugung von Holzgas sind zwar bekannt, jedoch auf Grund der Komplexität und auf Grund der hohen Ansprüche an die Gasqualität zur motorischen Nutzung in keinem bekannten Vergasungsverfahren noch gelöst.

Zur Zeit gibt es noch kein integriertes Holzgaskraftwerkssystem eines Holzvergasungsverfahren mittlerer Leistungsgröße im Dauerbetrieb, das alle Verfahrensschritte störungsfrei beherrscht und von der Genehmigungsbehörde hinsichtlich der Sicherheitstechnik und Umweltauflagen eine uneingeschränkte Betriebsbewilligung außer als Versuchs- und Pilotanlage vorweisen kann.

Das allgemeine Problem der Gleichstrom – Vergaseranlagen bekannter Verfahren ist der Betrieb von großvolumigen Reaktoren mit Vergasungsmaterial unterschiedlicher Stückgröße und Feuchte, wobei ein unverhältnismäßig hoher Anteil von Pyrolysegase unverbrannter Kohlenwasserstoffe anfallen, die einer aufwendigen Gasreinigung zu zuführen sind.
Eine Reduktion der Gase bzw. Oxidationsprodukte ist wegen der zu klein ausgebildeten Reduktionszone bei den bekannten Gleichstromvergaser nicht vorhanden.

Die **technische Lösung dieser Problematik der thermochemische Vergasung** ist die Erfindung des **REDOX – Vergasungsverfahren,** in dem die Wechselwirkungen zwischen Verbrennung und Vergasung bzw. Oxidation und Reduktion unter Wärmeeinwirkung mit einem stöchiometrischen Sauerstoffangebot im Prozess in Gang gehalten werden.

Mit der Erfindung des REDOX – Verfahren werden die bekannten komplexen Vorgänge der Verbrennung und Vergasung zur Erzeugung eines Produktgases mit höchster Qualität und Quantität umgesetzt, sodass für die Gasbehandlung nur mehr minimaler Aufwand notwendig ist. Die speziellen Konstruktionen der Erfindung haben die Aufgabe, die Erkenntnisse um die Probleme der Vergasung im Gleichstrom zu verbessern.

Mit folgenden konstruktiven Maßnahmen wird die Aufgabe der Erfindung gelöst:

1. - der **Einbau von Seitenkanälen** in der Vergaser, wodurch eine **interne Zirkulation der Gasströme** erreicht wird, die durch die gleichmäßige Temperaturverteilung im Reaktor einen vollständigen Ablauf der Reaktionen in den Zonen begünstigt und gleichzeitig eine ausreichende Verweildauer der Gase in den Reaktionszonen ermöglicht.
2. - die Anordnung eines außen liegenden **6 – strahligen Düsenkranzes** um den Vergaser, über dem zentral über **Diffusor - Injektordüsen** das Vergasungsmittel in den Vergaserraum eingeblasen wird , wodurch eine interne Zirkulation der Gasströme ermöglicht wird.
3. - der überdimensionale 6 – eckige **Wannenrost** in der Mitte des Vergasers zur kontinuierlichen Bildung eines Holzkohlenglutstockes **als Reduktionszone**, in dem die Vorraussetzung einer vollständigen Reduktion der Oxidationsprodukte gegeben ist.
4. - die luftdichte – rückbrandsichere **Doppelschieberschleuse** mit thermischen Strahlenschutz einer feuerfesten Abdeckung zur Einbringung des Brennstoff – Vergasungsmaterials
5. - die Gestaltung des unteren **Abganges am Vergaser** für den Abzug der Asche, Kohlenstoffgrus und Produktgas mit motorischer Entaschung.
6. - der servicebedingte Aufbau des REDOX – Reduktionsvergasers in 3 – Einheiten

Das Produkt der technischen Lösung ist der **„REDOX „ – Reduktionsholzvergaser,** in dem durch diese konstruktiven Maßnahmen die **Optimierung der katalytischen und thermischen komplexen Gasbildungsprozesse**, das **Boudouardische Gleichgewicht, Wasserstoffgleichgewicht** und das **Methangleichgewicht** der gegenseitigen Reaktionen zwischen Oxidation und Reduktion so eingestellt sind, das nahezu keine unverbrannten Kohlenwasserstoffe bzw. Teerdestillate mehr im Holzgas anfallen können .

Der Vorteil dieses Reduktionsverfahren ist die überdimensional ausgebildete Zone der Gasreduktion im 6 – eckigen Wannenrost des Holzvergaser, in dem die Oxidationsprodukte CO2 und H2O wieder zu CO und H2 reduziert werden, sodass nahezu ein teerfreies Holzgas vorliegt, welches z.B. mit einer Technik der **Heißgasfiltration** (trockenes Reinigungsverfahren) ohne Mehraufwand für eine Gaswäsche und Entsorgung von verschmutzten Pyrolyserückständen möglich ist ,

Das „ REDOX „ – Reduktion - Holzvergasungsverfahren zeichnet sich vor allem durch die hohe Leistungsfähigkeit aus. In einem verhältnismäßig kleinen Vergaserraum wird hochwertiges Hackgut mit einem stündlichen Brennstoffdurchsatz von etwa 1,0 Srm bzw. ca. 190 kg/h kontinuierlich vollkommen verbrannt bzw. vergast. Die Produktion großer Mengen von Pyrolysegas in voluminösen Reaktoren wird hierbei vermieden und auf die vollkommene Verbrennung und Reduktion der Oxidationsprodukte berücksichtigt.

Die Effektivität der Funktion und Arbeitsweise des REDOX – Gleichstrom - Reduktionsverfahren wird durch die Erfindung der konstruktiven Maßnahmen der inneren **Zirkulation der Rohgase** im Reaktor verstärkt. Mit Hilfe der Injektorwirkung (Druckgewinn als Diffusor) werden die im Vergaserraum anstehenden Pyrolysegase mit der Lufteindüsung vermischt und in Folge im heißen Holzkohlenglutstock verbrennt, gespalten bzw. reduziert. Die interne Zirkulation der Rohgase ermöglicht durch die gleichmäßige Temperaturverteilung der Gase einen vollständigen Ablauf der Reaktionen im Reaktor und erfüllt hierbei die für die Vergasung notwendige ausreichende Verweildauer.
Durch diese Maßnahmen werden eine zusätzliche Verbesserung der **katalytischen Spaltung der Pyrolyse - Rohgase** und die gleichzeitige Reduktion der Oxidationsprodukte im glühenden Holzkohleglutstock erreicht.

4. Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung mit dem **Namen REDOX – Reduktionsvergaser** ist mit den komplexen, thermochemischen **Wechselwirkungen der Reaktionen zwischen Oxidation und Reduktion** begründet, die sich bei der Vergasung zur Erzeugung des Produktgases bzw. des Mischgases aus Biomasse einstellen. Dieses Verfahren beruht auf einer Optimierung der Gasreduktion.

Das Ziel der Erfindung dieses REDOX – Verfahren ist die Produktion eines nahezu teerfreien Produktgases aus Holz, das mit geringstem Aufwand für die Gasreinigung in einem MHKW (Motorheizkraftwerk) zur Erzeugung von Strom und Wärme eingesetzt werden kann.
Das erzeugte Produktgas in diesem Vergaser ist ein Produkt der katalytischen und thermischen Gasbildungsprozesse, in dem das Boudouardische Gleichgewicht, das Wasserstoffgleichgewicht und das Methangleichgewicht unter optimalen Verhältnisse eingestellt ist und somit weitgehend den idealen Verhältnissen der Gasproduktion entspricht.

Die Lösung der Erfindung des REDOX – Reduktionsverfahren beruht auf einem im Unterdruck betriebenen autothermen Gleichstromvergaser mit 2 Reaktionsbereichen, nämlich den Bereich A. der interne Zirkulation der Pyrolysegase beginnend oberhalb der Oxidationszone und dem Bereich B. der Gasreduktion mit unteren Abzug des Produktgases aus dem Reaktor.

A. Im oberen Bereich der Zonen der Oxidation, der Pyrolyse und Trocknung des Vergasungsmaterials zirkulieren die ausgetriebenen Schwelgase bzw. Pyrolysegase über die Seitenkanäle im Reaktor durch die Diffusor – Injektorwirkung beim Einblasen von Vergasungsmittel.
Dieses Gasgemisch aus Pyrolysegas und Vergasungsmittel wird oberhalb des Holzkohlenglutstockes in die Oxidationszone zur Verbrennung bzw. Energiegewinnung eingedüst, um gleichzeitig eine weitere vollständige Spaltung der Pyrolysegase bzw. der unverbrannten Kohlenwasserstoffe zu erreichen.
Die flaschenhalsförmige Einengung über den 6 –eckigen Wannenrost, in der glühende Holzkohle wie in einem Korb lagert, bewirkt zusätzlich eine Intensivierung der Stoffstromführung der Reaktionen infolge einer homogenen Temperaturverteilung.

B. Im unteren Bereich, also unterhalb der Oxidationszone bildet bzw. erneuert sich ständig im 6 – eckigen Wannenrost der Holzkohlenglutstock als Reduktionszone , in der die bei der Verbrennung entstandenen Oxidationsprodukte CO2 und H2O wieder zu CO und H2 reduziert werden. Infolge wird dieses produzierte Mischgas bzw. Rohgas durch den Wannenrost nach unten über den seitlichen Gasaustrittsstutzen zur weiteren Nutzung abgesaugt.

Die Erfindung des Reduktion – Vergasungsreaktors besteht im Aufbau aus 3 - einzelnen zerlegbaren Konstruktionsteilen, der von einem 4 – eckigen Stahlgerüst 21 an 4 - Aufhängungen 26 getragen wird.

1. die gasdichte Abdeckung 24 des Vergasers in feuerbeständiger Ausführung und der Beschickungseinrichtung einer Doppelschieberschleuse mit Motorantrieb 10,
2. der Stahlmantel als Zylindergefäß 1 mit der feuerfesten Mauerung 9 und integrierten Belüftungskanälen 6 sowie Anschlüssen von Armaturen 8
3. der Unterteil des Reaktors mit der außen liegenden Ringrohrleitung 4 mit Anschluss an die 6 – strahligen Injektordüsen als Diffusor 5, die zur Vergasung des Materials das Gasgemisch 22 aus Pyrolysegas 7 und ~~das~~ Vergasungsmittel 4 einbringen,
   den 6 – eckigen schrägförmigen Wannerost 3 für die Erzeugung des Holzkohlengutbettes als Reduktionszone sowie
   den darunter liegende schrägen Abgang als Aschenschacht 13 mit motorischer 19 Austragung 18 der Asche in den gasdichten Aschenbehälter 20, den beweglichen Rost 3 sowie den Gasaustrittstutzen 14,25.

Die Figur 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung des REDOX – Reduktionsvergasers, die Figur 2 den Grundriss bzw. die Draufsicht des REDOX – Reduktionsvergasers und die Figur 3 eine Detailansicht der Diffusor - Injektorwirkung bei der Vermischung von Vergasungsmittel und Pyrolysegas durch die Eindüsung.

Die Beschreibung im Einzelnen:
Der REDOX – Reaktorraum 2 besteht aus einem Stahlzylinder 1 mit der feuerfesten Ausmauerung 9 einer Flaschenhalsform, vergleichbar wie beim Hochofen, eine abnehmbare feuerfeste Abdeckung 24 mit Befestigung 23 sowie zu Servicezwecken einen abnehmbaren Unterteil 23 mit dem 6 – eckigen Wannenrost 3 auf der Höhe der außen liegenden Ringrohrleitung 4 verbunden mit den 6 – strahligen Einblasdüsen 5 als Düsenkranz, den Gasaustrittsstutzen 25 und Aschenaustragung.18,19,20 .
Über ein Förderband wird kontinuierlich Vergasungsmaterial der luftdichten - rückbrandsicheren Doppelschieberschleuse 10 zugeführt und nach Meldung des Paddels 8 in den Reaktorraum 2 eingebracht.
Das Vergasungsmaterial im Reaktorraum 2 durchläuft von oben nach unten die Zonen der Trocknung, Pyrolyse (Zersetzung, Entgasung), Oxidation und Reduktion. Bei der Verbrennung bilden sich im Glutbett über dem Wannenrost 3 Temperaturen bis über 1.200 °C, wobei die frei werdende Energie die Vergasungsprozesse der einzelnen Zonen in Gang halten.
Über mindestes 6 gleichmäßig verteilte Injektordüsen 4, in der Form eines Diffusors verbunden mit der Ringrohrleitung 4 um den Vergaserreaktor 1 werden durch die Injektorwirkung das im Vergaserraum 7 oberhalb des Paddel 8 angesammelte Pyrolysegas über die in der feuerfesten Ausmauerung 9 integrierten Seitenkanäle 6 abgesaugt und als Gasgemisch 22 mit dem Vergasungsmittel in den Rohren 4,5 zur gemeinsamen Verbrennung mit dem Vergasungsmaterial 2 in die Oxidationszone und zur Bildung der Gasreduktion bzw. Produktgasproduktion eingeblasen.
Durch dieses Absaugen der leicht flüchtigen Schwelgase bzw. teerhältige Pyrolysegase, die bei den Reaktionen der Trocknung, Zersetzung, Entgasung durch die Verbrennung des Vergasungsmaterials im Aufsteigen entstehen, wird im Vergaserraum eine interne Zirkulation der Gasströme in Gang gesetzt. Die Durchströmung des Vergasungsmaterials bzw. die Zirkulation der Gasströme unverbrannter Kohlenwasserstoffe begünstigt eine gleichmäßige Temperaturverteilung der Gasströme im Vergasungsreaktor und verstärkt auf diese Weise den vollständigen Ablauf der Reaktionen, wodurch auch die notwenige ausreichende Verweildauer erreicht wird, um unter diesen idealen Verhältnissen in der Reduktionszone des Holzkohlenglutbettes die Gasreduktion durchführen zu können.

Das Pyrolysegas – Luft – Sauerstoffgemisch, das zur Energiegewinnung in das Glutbett eingeblasen wird, bewirkt durch die Verbrennung einen hohen Temperaturstieg (exothermer Prozess), um eine weitere Spaltung bzw. Umwandlung in die chemischen Bestandteile der unverbrannten Kohlenwasserstoffe zu erreichen und schließlich die entstehenden Oxidationsprodukte CO2 und H2O zu CO bzw. H2 und CH4 reduzieren zu können (endothermer Prozess) .

Zur Steigerung des Wirkungsgrades wird das Vergasungsmittel vorgewärmt über mindestens 6 - gleichmäßig verteilte Luftdüsen 5 in die Mitte des Reaktors eingeblasen, die mit der außen liegenden Ringleitung 4 um den Vergaser als Düsenkranz verbunden sind.

Unterhalb den Einblasdüsen ist in der Mitte des Reaktorbehälters eine geräumiger Rost in Form einer 6 – eckigen Wanne 3 mit schrägen Seitenwänden platziert, in der kontinuierlich ein Holzkohlenglutstock als Reduktionszone bzw. als Katalysator der Gasreduktion sich bildet. Durch die schlitzförmigen feuerbeständigen Öffnungen des Wannenrostes 3 tritt das in der Reduktionszone gebildete Produktgas (exothermer Prozess) im vorherrschenden Unterdruckbetrieb nach unten aus, der durch den Saugmotor bzw. Abgasventilator erzeugt wird.
Das Produktgas verlässt über die feuerfeste Öffnung 14 den seitlichen Gasaustrittsstutzen 25 den Vergaser und wird vor Nutzung im Motorheizkraftwerk einer Gasreinigung bzw. Kühlung zugeführt.

Bei der Durchströmung des Produktgases durch den Holzkohlenglutstock wird die bei der Verbrennung und bei der Gasproduktion anfallende Holzasche sowie auch der staubhältige Kohlenstoff als Abrieb mitgerissen und fällt im Schrägteil des Aschenschachtes 13 unterhalb

des Reaktors an. Die Asche und der Kohlenstoffabrieb wird über eine mit Motor 19 betriebene Schnecke 18 in den gasdichten Aschebehälter 20 gefördert und entsorgt.

Zur Behebung von Störungen im Holzkohlenbett durch Aschenansammlungen ist der flache Unterteil des 6 – eckigen Wannenrostes 3 beweglich mit Motor 12 oder per Hand ausgeführt. Zur Abschirmung vor Eindringen von Vergasermaterial 2 sind die Seitenkanäle 6 durch Abdeckungen 16 geschützt, ebenso ist die Gasaustrittsöffnung 14 des Gasaustrittsstutzen 25 vor dem Eindringen von Asche und Kohlenstoffgrus durch eine Abdeckung 15 geschützt.. Die Gestaltung der steilen Flaschenhalsform des innen liegenden Vergaserraumes 2 durch die feuerfeste Ausmauerung 9 verhindert die ansonsten befürchtete Brückenbildung oder Hohlraumbildung durch Ausbrennen des Vergasermaterials, weil das Vergasermaterial direkt auf dem 6 – eckigen Wannenrost 3 zur Verbrennung und Vergasung aufliegt bzw. durch die Schwerkraft gezwungen ist, nachzurutschen, nachdem das über die Doppelschieberschleuse 10 eingebrachte Vergasermaterial einen zusätzlichen Falldruck ausübt.
Außerdem bewirkt die flaschenhalsförmige Einengung über den Wannenrost eine intensiven Stoffstromwechsel bei einer homogenen Temperaturverteilung in der das Gasgemisch (Pyrolysegas und Vergasungsmittel) eine weitere Spaltung restlicher Teere erreicht wird.

Die interne Zirkulation der Gasströme im oberen Bereich verbessert zusätzlich diesen Prozess., nachdem hierbei eine optimale Temperaturverteilung im Reaktor bei gleichmäßigen vollständigen Ablauf der Reaktionen möglich ist und durch eine ausreichende Verweildauer der Gase in den Reaktionszonen die Produktion einer gute Gasqualität und Gasmenge begünstigt.

Dipl.- Ing. Walter Sailer, Beethovenallee 3, A – 9220 Velden / Wörthersee

(2u1

Legende

zur Zeichnung der Patentanmeldung

REDOX – Gleichstrom – Reduktionsvergaser zur Erzeugung eines nahezu teerfreien Holzgases aus Biomasse für die motorische Nutzung

Figur 1: Schnitt des REDOX – Gleichstrom – Reduktionsvergaser
Figur 2: Grundriss bzw. Draufsicht
Figur 3: Detail der Diffusor - Injektoreindüsung zur Mischgasbildung

Nr.	Beschreibung
1	Zylindergefäß aus Stahl
2	Reaktorraum zur Aufnahme des Vergasungsmaterial
3	6 – eckiger – schrägförmiger Wannenrost
4	Ringleitung zum Düsenkranz für Vergasungsmittel
5	Injektor – Diffusor - Einblasdüsen
6	Senkrechte Seitenkanäle
7	Oberer Vergaserraum
8	Paddel für Meldung zur Brennstofffüllung
9	Innere feuerfeste Ausmauerung
10	luftdichte Doppelschieberschleuse mit Motorantrieb
11	temperaturbeständige Schutzplatte gegen Strahlung
12	Motorantrieb für beweglichen Rost
13	Aschenschacht
14	Gasaustrittsöffnung
15	Abdeckung vor Eindringen von Asche und Kohlenstoffgrus
16	Abdeckung vor Eindringen von Vergasungsmaterial
17	Flaschenhals des Vergasers
18	Aschenschnecke
19	Motorantrieb für Aschenschnecke
20	Gasdichter Aschenkasten
21	4 – eckiges Stahlgerüst zum Aufhängen des Vergasers
22	Gasmischung durch Injektorwirkung
23	Befestigungen für den Unterteil und Oberteil der Abdeckung
24	temperaturbeständige abnehmbare Abdeckung des Vergasers
25	temperaturbeständige Gasaustrittsstutzen
26	Befestigungen zum Aufhängen des Vergasers

Dipl.- Ing. Walter Sailer, Beethovenallee 3, A – 9220 Velden / Wörthersee

Ansprüche zur Erfindung des REDOX – Gleichstrom - Reduktionsvergaser

1. Der REDOX – Gleichstrom - Reduktionsvergaser mit der Abkürzung „ REDOX „ in Bezug auf die thermochemischen Wechselwirkungen der im Reaktor ausgeführten Oxidations- und Reduktionszone besteht gemäß der Fig. 1, Fig. 2. und Fig.3 aus einem zylindrischen Stahl - Reaktorbehälter 1, einem in flaschenhalsförmig feuerfesten gemauerten Vergaserraum 2 zur Vergasung von Biomasse bzw. Holz, in dem über mehrere gleichmäßig verteilte Diffusor - Injektordüsen 5 ausgeführt als Düsenkranz ein Vergasungsmittel wie Luft oder mit Sauerstoff angereicherte Luft in die Mitte des Vergasungsraumes 2 eingeblasen, zu der eine Verbindung zu der außen liegende Ringrohrleitung 4 um den Vergaser besteht, das Vergasermaterial über eine Doppelschiebeschleuse 10 im Vergaserraum 2 eingebracht auf dem den 6 – eckigen Wannenrost 3 verbrannt bzw. vergast wird und hierbei sich kontinuierlich ein Holzkohlenglutstock als Reduktionszone zur Gasproduktion neu bildet, der bei der Verbrennung des Vergasungsmaterial durch Oxidation kontinuierlich erzeugt wird und durch interne Zirkulation des abgesaugten Pyrolysegases 7 in einem Gasgemisch 22 mit dem Vergasungsmittel 5 zur Energiegewinnung und zur Spaltung der Kohlenwasserstoffe sowie zur Reduktion der Oxidationsprodukte genutzt wird, ist

dadurch gekennzeichnet, dass

2. die im oberen Vergaserraum 7 des Reaktors nach Anspruch 1 Fig. 1 angesammelten flüchtigen Gase (Pyrolysegas) über die in der feuerfesten Ausmauerung 9 geführten Seitenkanäle 6 mit Hilfe der Injektorwirkung der als Diffusors gestalteten Einblasdüsen 5 für Vergasermittel abgesaugt wird

dadurch gekennzeichnet, dass

3. in dem nach Anspruch 1 und 2 Fig. 3 die Einblasdüse als Diffusor 5 ausgeführt ein Vergasermittel 4 eingedüst wird und somit durch die Injektorwirkung eine interne Zirkulation der Gase über die einzelnen Zonen der Trocknung, Pyrolyse und Oxidation in Gang gesetzt wird, wobei eine gleichmäßige Verteilung der Gasströme und ausreichende Verweildauer der Gase zur weiteren Aufspaltung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe erreicht wird.

dadurch gekennzeichnet, dass

4. um den Vergasungsreaktor nach Anspruch 1 mindestens 6 – Stück Injektoreinblasdüsen 5 gleichmäßig verteilt als Düsenkranz Fig. 2 angeordnet sind, über die mit einer außen um den Reaktor liegenden Ringrohrleitung 4 verbunden sind und zentral angeschlossen vorgewärmtes Vergasungsmittel in die Mitte der Oxidationszone im Vergaser eingeblasen wird

dadurch gekennzeichnet, dass

5. im Vergasungsreaktor nach Anspruch 1 zentral in der Mitte ein 6 – eckiger schrägförmiger Rost in Form einer Wanne 3 ausgebildet ist, in dem kontinuierlich Vergasungsmaterial zur Erzeugung eines Holzkohlenglutstockes für eine ausreichende Reduktionszone verbrannt wird und somit eine weit gehende vollkommene Reduktion der Oxidationsprodukte bzw. Aufspaltung von Pyrolysegas für ein nahezu teerfreies Produktgas erzeugt wird.

dadurch gekennzeichnet, dass

6. das nach Anspruch 3 die Asche bzw. der Kohlenstoffabrieb, die nach dem Abbrand im Wannerost 3 bzw. durch den Abrieb bedingt durch die Absaugung des Produktgases im Unterdruckbetrieb durch den schlitzförmig ausgebildeten Wannerost 3 auf den darunter liegenden Aschenschacht 13 fällt und über eine Aschenschnecke 18 mit Motorantrieb 19 in den gasdichten Aschenbehälter 20 kontinuierlich entsorgt wird.

dadurch gekennzeichnet, dass

7. die Beschickung des Vergasungsreaktors nach Anspruch 1 mit Vergasungsmaterial mit einer luftdichte rückbrandsicheren Doppelschieberschleuse 10 mit Motorantrieb erfolgt, die über der abnehmbaren Abdeckung 23, 24 auf dem Stahlzylinder aufgesetzt ist und die untere Schieberschleuse gegen Strahlung heißer Gase mit einer feuerbeständigen, beweglichen Platte 11 abgeschirmt ausgeführt ist.

dadurch gekennzeichnet, dass

8. das der Vergasungsreaktor Fig.1 nach Anspruch 1 aus servicetechnischen Gründen in 3 - konstruktive Bestandteile zerlegbar ist, nämlich einen Oberteil mit der Abdeckung 24 und Doppelschieberschleuse 10 , einem Mittelteil aus einem Stahl - Zylinderring 1 mit einer feuerfesten Ausmauerung 9 in Flaschenhalsform 17 und integrierten Seitenkanälen 6 und einem Unterteil, in dem die Injektor - Einblasdüsen 5 mit den Ringrohrnetz 4 , dem 6 – eckigen Wannerost 3, den angeschlossenen Aschenschacht 13 mit Gasaustrittstutzen 14, 25 und Entaschungseinrichtung 18.19,20 und eine Einheit bilden

dadurch gekennzeichnet, dass

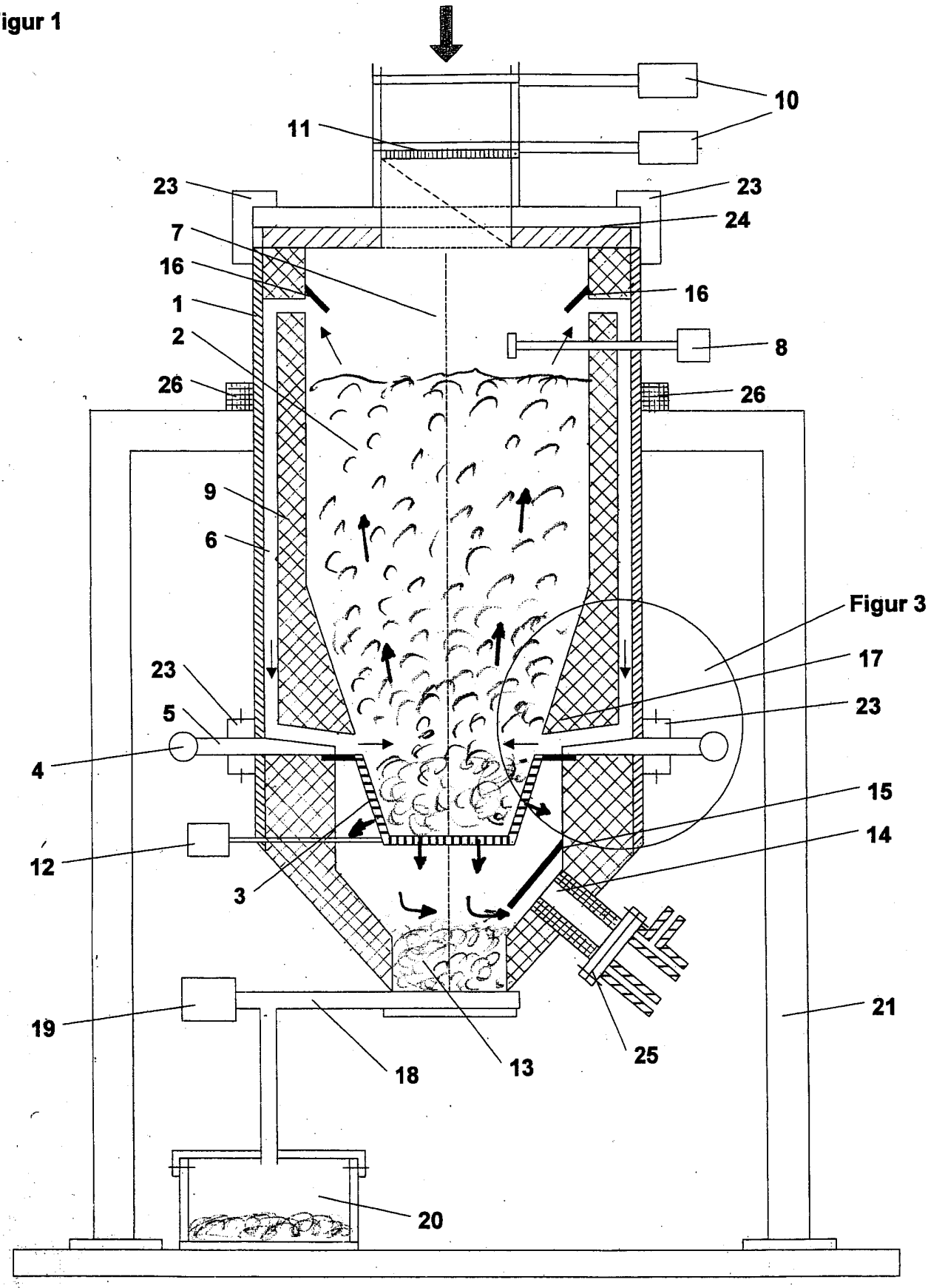
9. das nach Anspruch 1 die innere Ausmauerung 9 des Reaktorraumes in der Gestalt eines Flaschenhalses ausgeführt ist, die über dem 6 – eckigen Wannenrost 3 steht und dadurch ein intensiver Stoffstromwechsel für eine homogene Temperaturverteilung bewirkt, die eine Brückenbildung und das Ausbrennen von Hohlräumen verhindert.

dadurch gekennzeichnet, dass

10. das der Vergasungsreaktor nach Anspruch 1 Fig. 1, Fig. 2 auf einem 4 – eckigen Stahlgerüst 21 an 4 – Stellen 26 gleichmäßig befestigt getragen wird und an dem alle Einrichtungen befestigt sind.

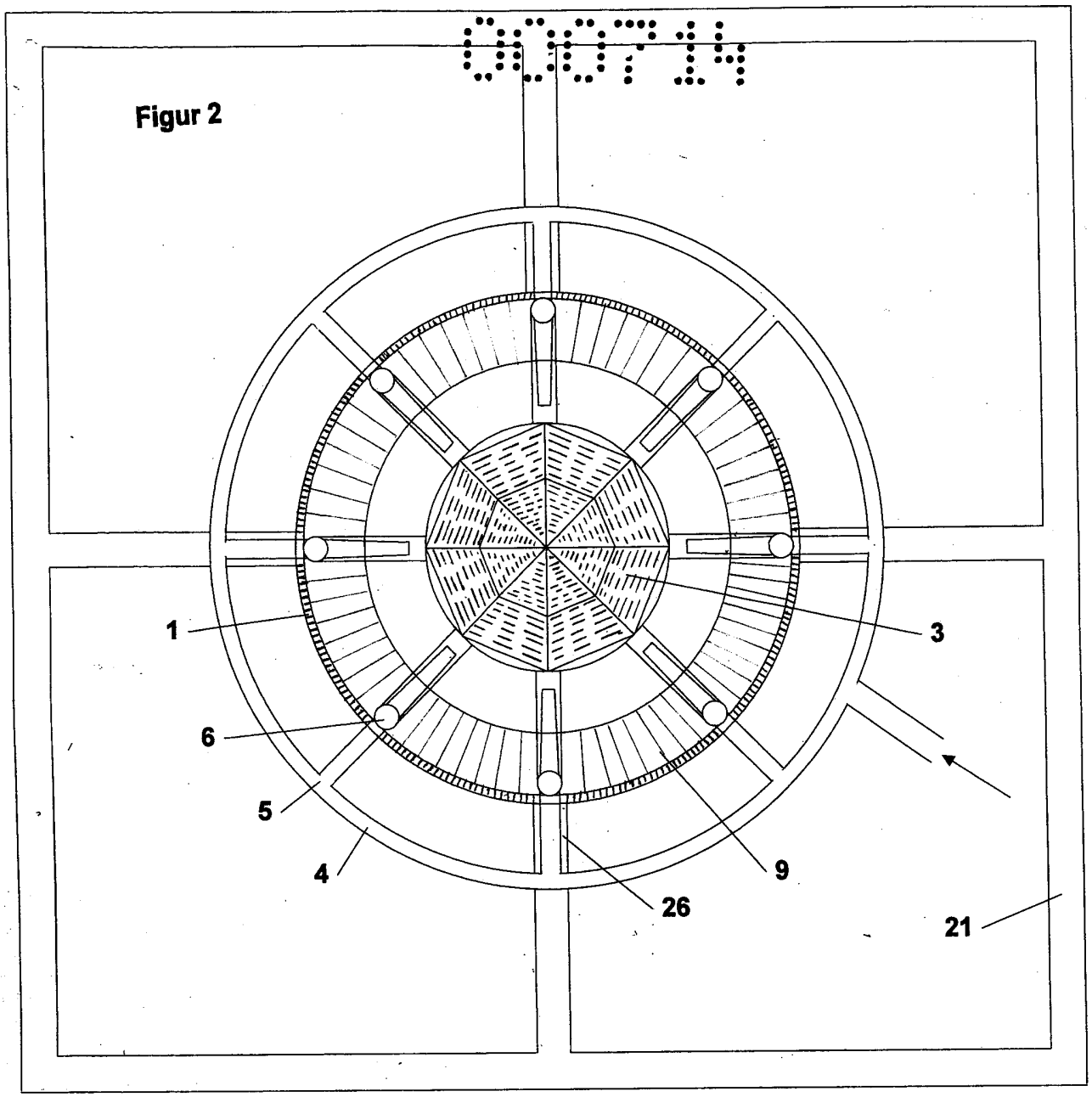
Dipl.- Ing. Walter Sailer, Beethovenallee 3, A – 9220 Velden / Wörthersee

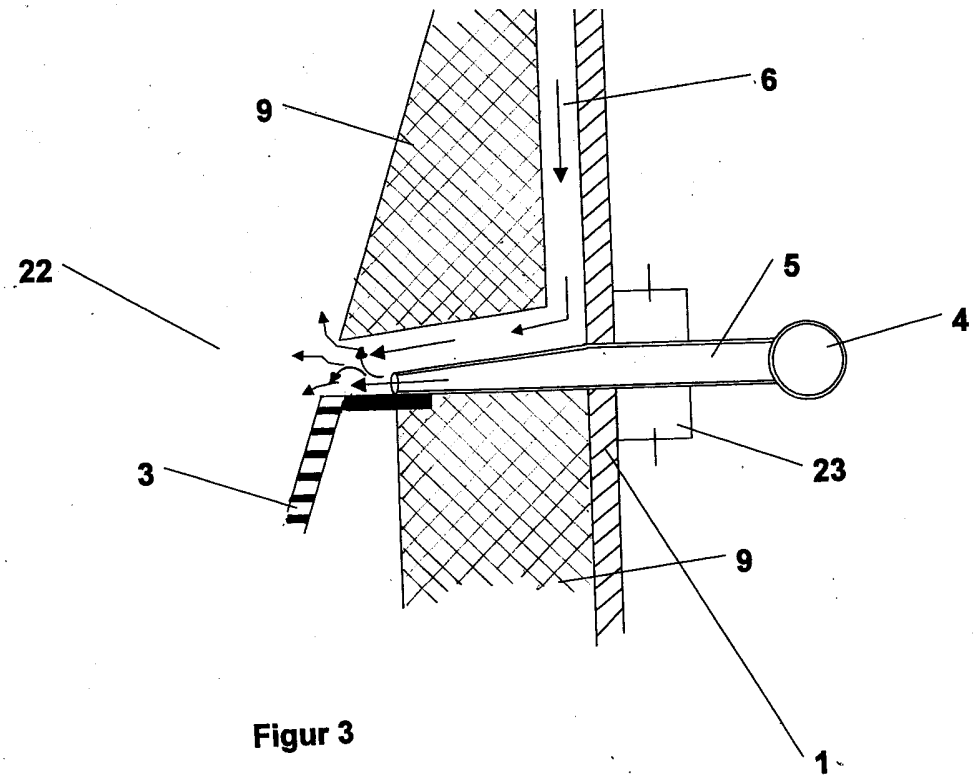
Figur 1



Figur 3

Figur 2





Figur 3

(neue) PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Vergasung fester Brennstoffe, insbesondere von Biomasse, bei dem ein Vergasungsmittel, vorzugsweise Luft in einen mittleren Abschnitt eines Reaktorraums (2) eines Festbettreaktors (23) eingeblasen wird und bei dem ein erster Teilstrom des eingeblasen Gases im Gegenstrom nach oben geführt und als Pyrolysegas (7) aus dem Festbettreaktor (23) abgezogen wird und bei dem ein zweiter Teilstrom des eingeblasen Gases im Gleichstrom nach unten geführt und aus dem Festbettreaktor (23) abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Teilstrom (7) außerhalb des Reaktorraums (2) nach unten geführt wird und gemeinsam mit dem Vergasungsmittel (4) wieder in den Reaktorraum (2) eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der das Pyrolysegas (7) des ersten Teilstroms zur Gänze in den Festbettreaktor (23) rückgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Teilstrom durch die Injektorwirkung des Vergasungsmittels (4) in den Festbettreaktor (23) rückgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergasungsmittel (4) vor dem Einblasen in den Festbettreaktor (23) vorgewärmt wird.

5. Vorrichtung zur Vergasung fester Brennstoffe, insbesondere von Biomasse, mit einem Festbettreaktor (23), der einen Reaktorraum (2) mit einem oberen Abschnitt (2a) als Oxidationszone und einem unteren Abschnitt (2b) als Reduktionszone aufweist, wobei Einblasdüsen (5) zum Einblasen von Vergasungsmittel (4) vorgesehen sind, die in einen mittleren Bereich des Reaktorraums (2) zwischen dem oberen Abschnitt (2a) und dem unteren Abschnitt (2b) angeordnet sind, und wobei im oberen Abschnitt mindestens eine obere Auslassöffnung vorgesehen ist und im unteren Abschnitt mindestens eine untere Auslassöffnung vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die obere Auslassöffnung mit mindestens einer Rückführöffnung (22) im mittleren Bereich des Reaktorraums (2) in Verbindung stehen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die obere Auslassöffnung ausschließlich mit der mindestens einen Rückführöffnung (22) in Verbindung steht.

NACHGEREICHT

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einblasdüsen (5) in die Rückführöffnung (22) münden.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einblasdüsen (5) gleichmäßig verteilt um den Umfang des Reaktorraums in Form eines Düsenkranzes angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der untere Abschnitt des Reaktorraums als vorzugsweise achteckiger Wannenrost (3) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die obere Auslassöffnung mit der mindestens einen Rückführöffnung (22) über Seitenkanäle (6) in Verbindung steht, die innerhalb eines zylinderförmigen Stahlblechmantels und außerhalb einer feuerfesten Ausmauerung (9) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass unterhalb des Wannenrosts (3) ein Aschenschacht (13) zur Aufnahme von festen Rückständen angeordnet ist, der über eine Aschenschnecke (18) mit einem gasdichten Aschenbehälter (20) in Verbindung steht.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versorgung des Reaktorraums (2) mit Brennstoff über eine Doppelschieberschleuse (10) erfolgt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ausmauerung (9) des Reaktorraums (2) flaschenhalsförmig ausgebildet ist.

2009 10 01
Ba

Patentanwalt
Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333
e-mail: patent@babeluk.at

NACHGEREICHT

Recherchenbericht zu **A 73/2008**
Technische Abteilung 4B

österreichisches patentamt

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC[8]: ***C10J 3/00*** (2006.01); ***C10J 3/26*** (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: C10J 3/00, C10J 3/26
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C10J
Konsultierte Online-Datenbank: EPO:EPODOC, WPI STN:CAPLUS
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **18. Jänner 2008** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 10258640 A1 (Kuntze B.) 24. Juni 2004 (24.06.2004) *Patentansprüche 1,2,14. [0019].*	1-5,9
A		6-8, 10
	--	
A	EP 0693545 A1 (Viesel M.) 24. Jänner 1996 (24.01.1996) *Patentansprüche 1-3, Zeichnungen.*	1-10

Datum der Beendigung der Recherche:	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in):
16. Juli 2008		Mag. BÖHM

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- **X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- **Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
- **A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- **P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.
- **E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- **&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamille** ist.