



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(51) Int Cl.:
C10J 3/22 (2006.01) C10J 3/64 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10185292.9**

(22) Anmeldetag: **01.06.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **08.06.2006 DE 202006009174 U**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
07010863.4 / 1 865 046

(71) Anmelder: **Big Dutchman International GmbH 49377 Vechta (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kuntze, Björn**
26129, Oldenburg (DE)
• **Merz, Bruno**
87668, Rieden (DE)

(74) Vertreter: **Birken, Lars**
Eisenführ, Speiser & Partner
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 01-10-2010 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff**

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser, der als absteigender Festbettvergaser ausgebildet ist, umfasst eine Entgasung des Brennstoffes in einer Entgasungszone (10) durch autotherme Teilvergasung unter Luftzufuhr von außen. Im Anschluß daran wird das so gewonnene Rohgas (20) aus der Entgasungszone einer innerhalb des Schachtvergaser befindlichen und von der Entgasungszone getrennten Oxidationsstufe (12) zugeführt, in der eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Rohgases unter Zusatz eines Oxidationsmittels (21) erfolgt. Die Oxidationsstufe ist als zylindrische Oxidationskammer ausgebildet, die zentral im Vergaserschacht (2) angeordnet ist und die radiale Öffnungen (18) aufweist, durch die das in der Entgasungszone erzeugte Rohgas der Oxidationskammer zugeführt wird. In einer der Oxidationsstufe nachgeschalteten Reduktionszone (23) erfolgt durch den in der Entgasungszone gebildeten Reduktionskoks (24) eine Reduktion des Abgases aus der Oxidationsstufe unter Wärmeentzug zu einem Brenngas (35). Hierzu wird der Reduktionskoks aus der Entgasungszone der Reduktionszone direkt und unter Umgehung der Oxidationsstufe zugeführt. In den Vergaserschacht kann eine Filteranordnung (55, 65, 85) zur Entstaubung des erzeugten Brenngas integriert werden.

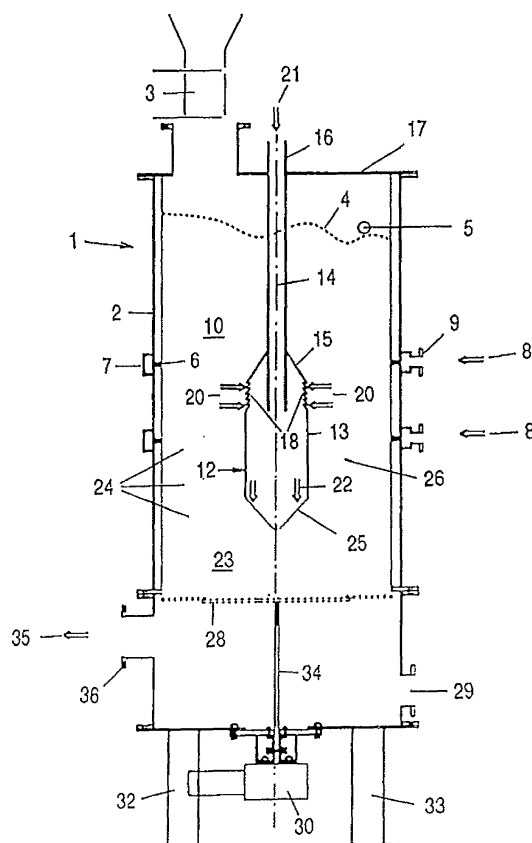


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser, der als Festbettvergaser ausgebildet ist.

[0002] Zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff sind mehrstufige Vergasungsverfahren bekannt, mit denen dem Problem der Teerfracht begegnet werden soll (DE 198 46 805 A1 und DE 44 04 673 C2). Bei diesen Verfahren wird in einer Pyrolysestufe ein Brenngas erzeugt, das eine hohe Teerfracht enthält. In einer nachgeschalteten Oxidationsstufe wird die Teerfracht zusammen mit dem Brenngas durch eine Hochtemperaturoxidation bei einer Temperatur von deutlich oberhalb von 1000 deg. C entweder thermisch gecrackt oder/und oxidiert. In der Regel wird die Oxidationsstufe mit Luft oder Sauerstoff betrieben. Hierbei werden Temperaturen oberhalb des Ascheschmelzpunktes des eingesetzten Brennstoffes erzielt. Der Vorgang verläuft im allgemeinen unterstöchiometrisch. Das Abgas aus der Oxidationsstufe wird anschliessend mit verfahrensintern produzierten Koks (z.B. Holzkohle) einer Reduktionsreaktion unterworfen, wobei die Verbrennungsprodukte (CO₂ und H₂O) mit dem Koks zu den brennbaren Gasbestandteilen CO und H₂ reagieren. Dabei wird ein grosser Teil der im Abgas enthaltenen Wärmeenergie aufgezehrt. Das erzeugte brennbare Gas ist für den Einsatz in Verbrennungsmotoren und Gasturbinen bestimmt.

[0003] Wird jedoch wie bei den bekannten Verfahren der Gasstrom aus der Pyrolysestufe durch die Oxidationsstufe geleitet und Luft oder Sauerstoff als Oxidationsmittel eingesetzt, sind zur Zerstörung der Teerbestandteile sehr hohe Temperaturen erforderlich (>1300 deg. C). Da der Prozess deutlich unterstöchiometrisch abläuft, beruht die Zerstörung eher auf einer thermischen Aufspaltung als auf einer Oxidation. Gleichzeitig ergeben sich innerhalb der Oxidationsstufe auf Grund hoher Staubbelastung der Pyrolysegase verfahrenstechnische Schwierigkeiten mit der Handhabung der sich bildenden flüssigen Schlacke, die teilweise auch mit dem Gasstrom ausgetragen und in die Reduktionszone gelangt und dort erhärtet. Auch muss die folgende Reduktionsstufe konstruktiv auf das hohe Temperaturniveau des einströmenden Gasstromes ausgelegt sein.

[0004] Gleichzeitig ist zur Aufheizung der gesamten Gasmenge aus der Pyrolysestufe die Zugabe einer entsprechend grossen Menge an Verbrennungsluft (oder Sauerstoff) erforderlich. Hieraus resultiert ein erheblicher Bedarf an Reduktionskohlenstoff, der zwar in der Regel verfahrensintern erzeugt wird, jedoch auch in die Reduktionsstufe transportiert werden muss und dort der erforderliche Reaktionsraum zur Verfügung gestellt werden muss. Der Transport des Reduktionskokes kann sowohl im Gasstrom erfolgen, wie dies bei dem in DE 198 46 805 A1 offenbarten Verfahren der Fall ist, als auch ge-

trennt vom Gasstrom in dafür vorgesehenen Fördereinrichtungen, wie in DE 44 04 673 C2 offenbart. Der Transport in externen Fördereinrichtungen ist technisch aufwändig und mit Wärmeverlusten behaftet. Der Koks darf nicht grobstückig sein und muss gegebenenfalls mechanisch vorbehandelt werden. Dieser Vorgang wird durch im Koks enthaltene mineralische oder metallische Fremdkörper erheblich erschwert. Wegen der erforderlichen Zerkleinerung des Kokes ist eine Festbettausführung der Reduktionsstufe nur bedingt geeignet, während eine fluidisierte Reduktionsstufe einen höheren Aufwand erfordert.

[0005] Ein anderer Weg für den Reduktionskoks aus der Pyrolysestufe in die Reduktionsstufe ist der zyklische Transport durch die Oxidationsstufe, wie in DE 198 46 805 A1 offenbart. Wegen der dabei auftretenden kurzfristigen Temperaturschwankungen kann diese Vorgehensweise zu Instabilitäten im Betrieb der Oxidationsstufe führen.

[0006] Das in Vergasern erzeugte Rohgas weist eine mehr oder minder grosse Staubfracht auf. Die Beladung ist dabei im wesentlichen von der Bauart des Vergasers, den Einsatzstoffen und der Betriebsweise abhängig. Festbettvergaser weisen häufig Rohgasstaubbelastungen von 2 - 8 g/Nm³ auf. Die Rohgasstaubbelastungen von Wirbelschichtvergäsern liegen eher noch darüber.

[0007] Bedingt durch die hohe Staubbelastung sind Vergasungsrohgas für die weitere Verwendung zu entstauben. Die Zielwerte für die Reingasstaubbelastung sind dabei von den Anforderungen der Gasverwertungseinrichtungen abhängig. In der Praxis sind beispielsweise für Anwendungen mit Wärmekraftmaschinen Reingasstaubbelastungen von maximal 50 mg/Nm³ erforderlich. Die Zielwerte für diese Anwendung liegen bei 5 mg/Nm³.

[0008] Für die Entstaubung des Rohgases stehen die allgemein bekannten Verfahren wie z.B. Zyklon, elektrostatische Filter, Gewebefilter, Heissgasfiltration, Wäscher, u.a. zur Verfügung. Die oben geforderten Zielwerte von 5 mg/Nm³ lassen sich beispielsweise mit Gewebefiltern oder Heissgasfiltern erreichen. Bei Einsatz von Gewebefiltern ist das staubbeladene Rohgas zunächst auf den typischen Temperatureinsatzbereich der Filtermaterialien von 80 - 250 deg. C vorzukühlen. Verfahrenstechnisch erweist sich dabei die Staubfracht als hinderlich.

[0009] Besonders vorteilhaft ist dagegen der Einsatz der Heissgasfiltration, da hier ohne Zwischenkühlung im typischen Temperaturbereich des Rohgases von 400 - 800 deg. C marktgängige Filterelemente, wie z.B. Filterkerzen aus Glasfaser, Sintermetall oder Keramik, eingesetzt werden können. Diese Elemente sind in entsprechenden eigenständigen Filterapparaten angeordnet. Neben dem Umstand, dass ein eigenständiger und für den Einsatztemperaturbereich entsprechend ausgestalteter Filterapparat benötigt wird, ist auch das Problem der Ausschleusung der im Filter abgeschiedenen Filterasche zu lösen. Hier führen insbesondere die hohen Betriebstem-

peraturen und weitere dem Explosionsschutz dienende Anforderungen zu kostenintensiven Ausführungen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur einfachen und wirtschaftlichen Erzeugung von teerarmen und staubfreien Brenngas durch mehrstufige Vergasung von festen Brennstoffen anzugeben. Das Verfahren ist prozesstechnisch stabil und weist verbesserte Betriebsparameter auf. Das erzeugte Brenngas ist zur Verwendung in Wärmekraftmaschinen bestimmt.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es auch, Massnahmen zur Entstaubung von Rohgas aus einer Vergasungsanlage anzugeben, bei dem durch die Integration der Heissgasfiltration in den Vergaser in einer Art und Weise erfolgt, dass weder ein eigenständiges Filtergehäuse noch eine eigenständige Ausschleusung der Filterasche erforderlich wird.

[0012] Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, sieht ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff vor, das die Schritte umfasst: Zuführung des Brennstoffes in einen Schachtvergaser, der als absteigender Festbettreaktor ausgebildet ist; Entgasung des Brennstoffes in einer Entgasungszone des Schachtvergaser durch autotherme Teilvergasung unter Luftzufuhr von aussen; Zuführung des so gewonnenen Pyrolysegases aus der Entgasungszone in eine innerhalb des Schachts befindliche und von der Entgasungszone abgetrennte Oxidationsstufe, in der eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Rohgases unter Zusatz eines Oxidationsmittels erfolgt; und Reduktion des Abgases aus der Oxidationsstufe in einer der Oxidationsstufe nachgeschalteten Reduktionszone durch den in der Entgasungszone gebildeten Koks unter Wärmeentzug zu einem Brenngas, wobei der Reduktionskoks aus der Entgasungszone unter Umgehung der Oxidationsstufe der Reduktionszone direkt zugeführt wird.

[0013] Ein weiteres Merkmal des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass das erzeugte Gas vor dem Austritt aus dem Schacht gefiltert wird. Die Filterung erfolgt durch vor der Austrittsöffnung angeordnete Filterkerzen, die zeitabhängig oder differenzdruckgesteuert einer Druckstossreinigung ausgesetzt werden.

[0014] Das erfindungsgemässe Verfahren hat den Vorteil, dass die Oxidationsstufe mit einem staubarmen Pyrolysegas beaufschlagt wird und mit einer vergleichsweise niedrigen Oxidationstemperatur betrieben werden kann und damit auch eine niedrige Gaseintrittstemperatur in die Reduktionsstufe gestattet, wenig Reduktionskoks benötigt und einen einfachen Transport des unzerkleinerten Reduktionskokes aus der Entgasungszone in die Reduktionszone ermöglicht. Die in die Gaserzeugung integrierte Filterung des Rohgases erhöht die Staubbefreiheit des Reingases.

[0015] Die Erfindung besteht auch in einer Vorrichtung

zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser, der als absteigender Festbettreaktor ausgebildet ist. Wie in den Ansprüchen gekennzeichnet, umfasst die Vorrichtung eine im Festbettreaktor angeordnete zentrale Oxidationskammer, die von der Entgasungszone getrennt ist und der das in der Entgasungszone erzeugte Pyrolysegas zugeführt wird. Die Oxidationskammer ist an eine Oxidationsmittel-Zuleitung angeschlossen, über die der Oxidationskammer ein Oxidationsmittel zugeführt wird, unter dessen Einwirkung eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Pyrolysegases erfolgt. Unterhalb der Oxidationskammer ist eine Reduktionszone angeordnet, die das Abgas aus der Oxidationskammer aufnimmt und der bei der Pyrolysegaserzeugung anfallende Reduktionskoks aus der Entgasungszone direkt und unter Umgehung der Oxidationskammer zugeführt wird. In der Reduktionszone erfolgt eine Reduktion des Abgases aus der Oxidationskammer durch den zugeführten Reduktionskoks unter Wärmeentzug zu einem Brenngas.

[0016] In den Schachtvergaser integriert ist eine Filteranordnung, die innerhalb des Schachts vor einer Gasaustrittsöffnung angeordnet ist. Die Filteranordnung umfasst Filterkerzen, die im wesentlichen horizontal oder vertikal vor der Gasaustrittsöffnung angeordnet sind und die über Jet-Pulse-Düsen die zeitabhängig oder differenzdruckgesteuert einer Druckstossreinigung ausgesetzt werden.

Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung gemäss der Erfindung anhand der die erfindungsgemässen Verfahrensschritte erläutert werden;

Figur 2: als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Schachtvergaser mit einer zusätzlichen Vergasungszone;

Figur 3: ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, das einen Schachtvergaser mit einer integrierten Staubfilteranordnung umfasst;

Figur 4: einen Schnitt nach Linie A - A in Figur 3;

Figur 5: ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, das einen Schachtvergaser mit einer abgewandelten Staubfilteranordnung umfasst; und

Figur 6: eine schematische Darstellung eines Schachtvergaser, der nach dem Doppelfeuerverfahren arbeitet und in dem erfindungsgemäss eine Staubfilteranordnung integriert ist.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Schachtvergaser, der als absteigender Festbettvergaser 1 ausgebildet ist, welcher einen aufrecht ste-

henden zylindrischen Schacht 2 aufweist. Dem Festbettvergaser 1 wird über ein Schleusensystem 3 Brennstoff von oben zugeführt.

[0019] Dabei kann es sich um Kohle, Holz oder andere holzartige Biomassen handeln. Der zugeführte Brennstoff ist in Stücke oder Schnitzel zerkleinert. Der Füllstand des Schachtes mit Brennstoff 4 wird durch einen Füllstandsanzeiger 5 überwacht. Am Umfang des Schachts 2 befindet sich ein Düsensystem, das wenigstens eine oder mehrere Düsenebenen umfassen kann, die eine Vielzahl von über den Umfang des Schachts 2 verteilte Düsen 6 umfasst, die über einen Ringkanal 7 mit Frischluft beschickt werden. Dem Ringkanal 7 wird ein Luftstrom 8 über einen Einlassstutzen 9 zugeführt, so dass durch jede der Düsen ein Teilstrom der für eine autotherme Teilvergasung des Brennstoffes benötigten Luft in den Schacht 2 eingeleitet wird. Bei der autothermen Vergasung wird Prozessenergie durch Teilverbrennung unter Luftzuführung erhalten.

[0020] In der Brennstoffschüttung findet durch partielle Oxidation eine Wärmeentwicklung statt, die in der Folge während einer vorgegebenen Verweildauer in einer Entgasungszone 10 eine Entgasung des Brennstoffes 4 bewirkt. Das hierbei in der Entgasungszone 10 gebildete Pyrolysegas ist reich an langkettigen Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf, der im wesentlichen vom Wassergehalt des Brennstoffes 4 und den Zersetzungsprodukten der Entgasungsreaktion herrührt. Der Festbettvergaser 1 weist eine von der Entgasungszone 10 getrennte Oxidationsstufe auf, in der eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Rohgases unter Zusatz eines Oxidationsmittels erfolgt. Die Oxidationsstufe wird durch eine Oxidationskammer 12 gebildet, die vorzugsweise zentral im Vergaserschacht 2 angeordnet ist. Die Oxidationskammer 12 weist ein zylindrisches Gehäuse 13 auf, das konzentrisch zur Längsachse 14 des Schachts angeordnet ist und das nach oben durch einen konischen Teil 15 begrenzt wird und das nach unten offen ist. Ein Zuluftkanal 16 mündet von oben in die Oxidationskammer 12. Im dargestellten Ausführungsbeispiel führt der Zuluftkanal 16 durch die Abdeckung 17 des Schachts 2 und verläuft konzentrisch zur Längsachse 14 des Schachts 2. Er kann aber auch ausserhalb der Längsachse oder in radialer Richtung seitlich angeordnet sein und parallel zu dieser verlaufen. Im oberen Teil der Oxidationskammer 12 sind radiale Öffnungen 18 angeordnet, die über den Umfang des Gehäuses 13 verteilt sind.

[0021] Durch die Öffnungen 18 gelangt Pyrolysegas 20 auf Grund der örtlichen Druck- und Strömungsverhältnisse in die Oxidationskammer 12. Unter der Wirkung eines Oxidationsmittels in Form der über den Zuluftkanal 16 zugeführten Zuluft 21 erfolgt in der Oxidationskammer 12 eine unterstöchiometrische Verbrennung des Pyrolysegases 20. Hierbei werden durch thermisches Cracken und partielle Oxidation die langkettigen Kohlenwasserstoffe zerstört, und es wird ein Abgas 22 erzeugt, das nur einen geringen Heizwert aufweist. Das Abgas 22 ge-

langt aus der nach unten offenen Oxidationskammer 12 in eine unterhalb der Oxidationskammer 12 liegenden Reduktionszone 23, in der sich eine Schüttung aus Reduktionskoks 24 befindet, die im Bereich der nach unten offenen Oxidationskammer 12 einen Schüttkegel 25 bildet.

[0022] Der Reduktionskoks 24 wird im Raum zwischen der Oxidationskammer 12 und der Wandung des Vergaserschachts 2 bei der Entgasung des Brennstoffes 4 erzeugt. Auf Grund der zentralen Anordnung der Oxidationskammer 12 im Schacht 2 und dem zylindrischen Gehäuse 13 der Oxidationskammer 12 wird ein ringförmiger Raum zwischen dem Gehäuse 13 und der Schachtwandung gebildet, der hierin als Ringspalt 26 bezeichnet wird und durch den Reduktionskoks 24 über den Umfang des Ringspalts 26 verteilt der Reduktionszone 23 zugeführt wird. Hierbei kann der Reduktionskoks 24 zum Ersatz des verbrauchten Reduktionskokses in die Reduktionszone 23 nachrutschen, ohne dass es dazu einer mechanischen Fördereinrichtung bedarf. Durch den Reduktionskoks 24 wird das Abgas 22 in der Reduktionszone 23 unter Wärmeentzug zu Brenngas reduziert.

[0023] Die Reduktionszone 23 wird durch einen Rost begrenzt, der als beweglicher Rost und insbesondere als Drehrost 28 ausgebildet ist und durch den die beim Reduktionsvorgang entstehende Asche von der Reduktionszone 23 abgetrennt und über eine Austrittsöffnung 29 entsorgt wird. Zum Antrieb des Drehrosts 28 dient ein Elektrotriebmotor 30. Der Schacht 2 ist nach unten durch eine Bodenplatte 31 abgeschlossen und ruht auf Säulen, von denen in Figur 1 nur die Säulen 32 und 33 dargestellt sind. Der Motor 30 ist unterhalb der Bodenplatte 31 an den Säulen oder an der Bodenplatte befestigt und durch eine Welle 34 mit dem Drehrost 28 verbunden.

[0024] Durch eine höhenverstellbare Anordnung des Drehrosts 28 kann die Höhenausdehnung der Reduktionszone 23 verändert werden, was für eine Optimierung des Verfahrens hinsichtlich Aschequalität, Druckverlust in der Reduktionszone 23 und Anpassung an Brennstoffeigenschaften vorteilhaft ist. Hierzu ist die Welle 34 in der als Hohlwelle ausgeführten Abtriebswelle des Elektrotriebmotors 30 axial verschiebbar angeordnet und kann in der jeweils gewählten Stellung gegen eine weitere Verschiebung durch nicht dargestellte Stellringe fixiert werden. Die Höhe der Reduktionszone 23 ist von einer Reihe von Faktoren wie Brennstoffaschegehalt, Stückigkeit, Belastung des Gaserzeugers und Reaktivität des Kokses abhängig.

[0025] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Oxidationskammer 12 im zylindrischen Schacht 2 konzentrisch zu dessen Längsachse 14 angeordnet. Der Zuluftkanal 16 mündet zentral von oben in die Oxidationskammer 12 und ist in Richtung von deren Mitte verlängert, wodurch eine gleichmässige Verbrennung des aus der Entgasungszone 10 zugeführten Pyrolysegases 20 gefördert wird. Alternativ kann zur Erreichung eines gleichmässigen Verbrennungsablaufs innerhalb der Oxidationskammer der Zuluftkanal 16 an dessen Austrittsöff-

nung mit einer Mischkammer versehen werden, in der das Pyrolysegas 20 und die Zuluft 21 innig miteinander vermischt werden. Der mit Reduktionskoks 24 gefüllte Ringspalt 26 bildet einen Strömungswiderstand für das in der Entgasungszone 10 erzeugte Pyrolysegas 20. Auf Grund des in dieser Koksschüttung herrschenden Strömungswiderstandes für das Pyrolysegas 20 strömt dieses vorzugsweise durch die im oberen Bereich angeordneten Öffnungen 18 in die Oxidationskammer 12, welche als reiner Gasraum nur einen vernachlässigbaren Strömungswiderstand aufweist.

[0026] Bei Verwendung von mehreren übereinander angeordneten Düsenebenen 6 für die Zuführung des Luftstroms 8 in die Entgasungszone 10 wird ein Durchströmen des Ringspaltes 26 mit Pyrolysegas 20 auch dadurch verhindert, dass die durch die unteren Düsenebenen einströmende Zuluft 8 ein sehr teearmes Brenngas erzeugt und somit eine stömungsbedingte Barriere für das im Bereich der obersten Düsenebene gebildeten Pyrolysegas darstellt. Der sehr geringe Teergehalt des im Bereich der unteren Düsenebenen gebildeten Brenngases rührt daher, dass hier bereits entgaster Brennstoff in Form des Reduktionskokes 24 vorliegt und so kein Teer freigesetzt wird.

[0027] Das im Raum 45 unterhalb des Rosts 28 gesammelte Brenngas 35 wird je nach dem zur Anwendung kommenden Entstaubungskonzept nach unten oder seitlich aus der Reduktionszone 23 abgesaugt. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Entnahme des Brenngases 35 seitlich durch eine in der Wandung des Schachts 2 in dessen unteren Teil angeordnete Austrittsöffnung 36. Das Brenngas wird nach seiner Entnahme aus der Reduktionszone 23 entsprechend den Anforderungen einer Verwendung in Wärmekraftmaschinen gekühlt und gereinigt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung

[0028] Abweichend vom oben beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Oxidationskammer 12 auch mit einer deutlich herabgesetzten Oxidationstemperatur betrieben werden. Dies ist immer dann sinnvoll, wenn bei Einsatz aschereicher Brennstoffe mit niedrigen Ascheschmelzpunkten die für die thermische Zerstörung der langkettigen Kohlenwasserstoffe erforderlichen Oxidationstemperaturen von 1000 deg. C oder darüber aus Gründen der Verschlackungsgefahr nicht zulässig sind. In diesem Fall wird der für die Oxidationsstufe vorgesehenen Verbrennungsluft oder dem Pyrolysegasstrom 20 Wasserdampf zugemischt. Stattdessen oder zusätzlich kann in beiden Fällen Rauchgas aus der Wärmekraftmaschine oder anderen Feuerungsanlagen zugemischt werden. Durch eine gezielte Zumischung von Rauchgas (gleich Abgas) werden die Verbrennungstemperaturen gesenkt. Dieser Vorgang entspricht der Abgasrückführung von Verbrennungsmotoren zur Reduzierung der NO_x-Emissionen. Ferner erhöht sich der Wasserdampfgehalt im Gas, was ebenfalls eine zerstörende Wirkung

auf den Teer hat. Die Zumischung vergrößert den Massenstrom in der Oxidationskammer und senkt dadurch die Oxidationstemperatur bei sonst gleichbleibenden Stoffströmen.

[0029] Die gewünschte Zerstörung der langkettigen Kohlenwasserstoffe kann dann erreicht werden, wenn die Menge an zugemischten Wasserdampf und/oder Rauchgas derart bestimmt wird, dass selbst bei stöchiometrischen Verhältnissen die zur Verhinderung der verschlackung zulässige Oxidationstemperatur nicht mehr überschritten wird. Die Kohlenwasserstoffe werden dann auch bei erheblich niedrigeren Temperaturen zu Kohlendioxid und Wasserdampf aufoxidiert. Damit dieser Vorgang in kurzer Zeit stattfindet, können auch leicht überstöchiometrische Verhältnisse eingestellt werden, so dass sich eine Verbrennung mit Sauerstoffüberschuss ergibt. Diese geht schnell vonstatten und erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit, was zu kleineren Apparategrößen führen kann. Des weiteren bewirkt der zusätzlich eingebrachte Wasserdampf und/oder das zusätzlich eingebrachte Rauchgas auch bei unterstöchiometrischen Verhältnissen eine Zerstörung der Teerbestandteile, so dass bei hohen Wasserdampfpartialdrücken die Oxidationstemperatur herabgesetzt werden kann.

[0030] Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Entgasungszone 10 wird der Festbettvergaser 1 mit mehr als einer Düsenebene mit Düsen 6 zur Einbringung der Vergasungsluft ausgestattet. Im Ausführungsbeispiel von Figur 1 sind zwei Düsenebenen vorgesehen, von denen jede einen Luftstrom 8 zugeführt erhält. Neben der in Verbindung mit Figur 1 beschriebenen Barrierewirkung ergibt dies den Vorteil, dass die Leistung des Festbettvergaser 1, die Entgasungstemperatur und die Verweildauer des Brennstoffes 4 in der Entgasungszone 10 erhöht werden kann. Zusätzlich können die Düsenebenen 6 mit unterschiedlichen Gemischen aus Luft, Wasserdampf und Rauchgasen aus der Wärmekraftmaschine beschickt werden. Die Anreicherung des Luftstroms 8 mit Wasserdampf und/oder Rauchgas bewirkt eine Reduzierung der Verbrennungstemperaturen in der Entgasungszone 10 und ermöglicht die Steuerung dieser Verbrennungstemperaturen. Dort wo die Vergasungsluft 8 durch die Düsen 6 in die Schüttung gelangt, entstehen sehr hohe Temperaturen, die durchaus verschlackungsprobleme hervorrufen können. Dem kann durch Zugabe von Dampf entgegengewirkt werden, wodurch eine Temperaturabsenkung erreicht werden kann. Auf diese Weise kann eine Verschlackung in der Entgasungszone 10 verhindert werden.

[0031] Als weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung zeigt Figur 2 einen Schachtvergaser der anhand von Figur 1 beschriebenen Art, der mit einer zusätzlichen Vergasungszone ausgestattet ist. Die dem Schachtvergaser von Figur 1 entsprechenden Komponenten haben in Figur 2 die gleichen Bezugszeichen. Wie bei der Vorrichtung von Figur 1 weist der Schachtvergaser von Figur 2 eine Entgasungszone 10, der über einen Einlassstutzen 9 Luft zugeführt wird, eine zentrale

Oxidationskammer 12 mit einem Zuluftkanal 16 sowie eine Reduktionszone 23 auf.

[0032] Im Bereich unterhalb der Reduktionszone 23 ist eine weitere Vergasungszone 40 vorgesehen, die hierin auch als Restkoksvergasungszone bezeichnet wird und die mit zusätzlicher Luft als Gegenstromvergaser betrieben wird. Die zusätzliche Luft wird als Unterluft 41 über einen Einlassstutzen 42 zugeführt, der unterhalb eines beweglichen Rosts 43 angeordnet ist. Der Rost 43 ist wie der Rost 28 von Figur 1 als Drehrost ausgebildet und wird von einem Elektrogetriebemotor 44 angetrieben. Statt der Verwendung von Luft 41 kann auch zusätzlich Rauchgas und/oder Wasserdampf zur Senkung und Steuerung der Reaktionstemperaturen zugeführt werden. Das erzeugte Rohgas wird in einem ringförmigen Gassammelraum 45 gesammelt, der in Höhe der Reduktionszone 23 angeordnet ist und durch eine zylindrische Wandung 46 und eine Abdeckung 47 gebildet wird. Der Gassammelraum 45 ist nach unten offen und wird lediglich durch den Schüttkegel 48 des Reduktionskokes begrenzt. Das im Gassammelraum 45 gesammelte Rohgas 50 wird über einen am Umfang des Schachts 2 angeordneten Stutzen 51 abgesaugt. Ein Vorteil der in Figur 2 dargestellten Vorrichtung besteht darin, dass die mit dem Rost 43 abgetrennte und über einen Auslassstutzen 49 entsorgte Asche nur noch sehr geringe Mengen an Kohlenstoff enthält.

[0033] Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Vorrichtung zeigen die Figur 3 und 4. Der in Figur 3 dargestellte Schachtvergaser entspricht dem von Figur 1 und weist zusätzlich eine Integration der Entstaubung des Rohgases in den Rohgassammelraum auf. Die Entstaubung erfolgt durch eine Filteranordnung 55, die unterhalb des Rosts 28 in einem entsprechend vergrösserten Rohgassammelraum 54 vor der Gasaustrittsöffnung 36 angeordnet ist. Die Filteranordnung 55 umfasst für sich bekannte Filterkerzen 56, die quer zur Längsachse 14 des Schachts, vorzugsweise horizontal, ausgerichtet und an einer Filterplatte 57 befestigt sind, die einen Reingassammelraum 58 vom Rohgassammelraum 54 abtrennt. Auf der der Filterplatte 57 gegenüberliegenden Seite werden die Filterkerzen 56 von einer Stützplatte 59 gehalten. Die Filterkerzen 56 sind reihenweise übereinander vor der Gasaustrittsöffnung 36 angeordnet, wie aus der Schnittdarstellung von Figur 4 ersichtlich. Unter der Wirkung des an der Gasaustrittsöffnung 36 anliegenden Unterdrucks wird das Rohgas über die Filterkerzen 56 geführt, wobei der im Rohgas enthaltene Staub an den Filterkerzen 56 abgeschieden wird. Der abgeschiedene Staub sammelt sich zusammen mit der Rostasche im Bereich 60 am Boden des Schachts 2 und wird über die Austrittsöffnung 29 ausgetragen.

[0034] Die Abreinigung des sich an den Filterkerzen 56 aufbauenden Filterkuchens erfolgt nach dem Stand der Technik zeit- oder differenzdruckgesteuert mittels Druckstossabreinigung (Jet-Pulse). Hierzu werden den Filterkerzen über Jet-Pulse-Düsen 61 Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt. Im Schachtver-

gaser von Figur 3 ist eine Jet-Pulse-Düse 61 für jede Filterkerze 56 angeordnet, von denen in Figur 3 nur eine dargestellt ist. Die Jet-Pulse-Düsen 61 werden nach dem Stand der Technik mit komprimiertem Inertgas (Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid) oder mit komprimiertem Eigen- gas (Reingas) beschickt.

[0035] Bei Anwendung der dargestellten Filteranordnung 55 in einem Vergaser mit Rohgastemperaturen, die sicher oberhalb der Selbstentzündungstemperatur des Rohgases liegen, kann vorteilhafterweise komprimierte Umgebungsluft anstelle von Inertgas oder Eigengas für die Beschickung der Jet-Pulse-Düsen 61 eingesetzt werden. Der dadurch eingebrachte Sauerstoff reagiert unmittelbar nach dem Ausströmen aus den Jet-Pulse-Düsen 61 mit dem umgebenen Vergasungsgas, indem er dieses partiell oxidiert. Somit besteht nicht die Gefahr der Bildung eines explosionsfähigen Gas-/Luftgemisches.

[0036] In Figur 5 ist eine Abwandlung des Vergasungsapparats gemäss Figur 2 dargestellt, die mit einer integrierte Entstaubung des erzeugten Rohgases ausgestattet ist. Beim Schachtvergaser 64 von Figur 5 erfolgt die Entstaubung durch eine Filteranordnung 65, die am Umfang des Vergaserschachts angeordnet ist. Die Filteranordnung 65 umfasst Heissgasfilterkerzen 67, die im wesentlichen parallel zur Längsachse 14 des Schachts ausgerichtet sind. Der Schachtvergaser 64 weist in einem vergrösserten Rohgassammelraum 54 auf, wozu der Vergaserschacht zweiteilig ausgebildet ist. Ein nach unten offener oberer Vergaserschacht 68 ragt in einen vergrösserten äusseren Schacht 69, der den unteren Teil des Vergaserschachts bildet. Zwischen dem oberen Vergaserschacht 68 und dem äusseren Schacht 69 befindet sich ein Ringspalt 70, dessen oberes Ende durch einen Flansch 71 mit dem oberen Vergaserschacht 68 verbunden ist. Eine Gasaustrittsöffnung 72 ist am oberen Ende des Ringspalts 70 im äusseren Schacht 69 angeordnet. Unterhalb der Gasaustrittsöffnung 72 befindet sich im Ringspalt 70 eine Filterplatte 78, in der die Filterkerzen 67 montiert werden und die einen Reingassammelraum 73 vom Rohgassammelraum 54 abtrennt. Die Filterkerzen 67 ragen im Ringspalt 70 im wesentlichen parallel zur gemeinsamen Längsachse 14 der Schächte 68 und 69 nach unten. Durch einen Unterdruck wird das Rohgas aus dem Rohgassammelraum 54 über die Filterkerzen 67 dem Reingassammelraum 73 zugeführt und über die Gasaustrittsöffnung 72 weitergeleitet. Dabei fällt der an den Filterkerzen abgeschiedene Staub im Rahmen der unten beschriebenen Abreinigung als Filterkuchen auf den Schüttkegel 74 des Reduktionskokes 75. Auf diese Art und Weise gelangt der Filterstaub in die weitere Vergasungszone für den Restkoks. Der stark kohlenstoffhaltige Filterstaub wird dann im Rahmen der voranschreitenden Vergasung des Restkokes weitgehend zu Asche vergast und zusammen mit der Rostasche über den Auslassstutzen 77 ausgetragen.

[0037] Auch bei dieser Anordnung erfolgt die Reinigung der Filterkerzen 67 durch Druckgasimpulse, die

über Jet-Pulse-Düsen 76 zugeführt werden. Die Jet-Pulse-Düsen 76 sind im Flansch 71 angeordnet in Zuordnung zu den Filterkerzen 67. Das durch die Düsen 76 zugeführte Druckgas entspricht dem vorausgehend in Verbindung mit Figur 3 beschriebenen.

[0038] Die Integration der Entstaubung in einen Schachtvergaser ist nicht auf Schachtvergaser mit einer von der Entgasungszone getrennten Oxidationsstufe in Form einer zentralen Oxidationskammer beschränkt, sondern kann auch bei Schachtvergäsern anderer Bauart angewendet werden wie z.B. bei Vergasern, die nach dem sogenannten Doppelfeuerverfahren arbeiten.

[0039] Ein nach dem Doppelfeuerverfahren arbeitender Vergaser 80 ist in Figur 6 schematisch dargestellt. Dieser Vergaser entspricht in seinem äusseren Aufbau dem Schachtvergaser von Figur 2, jedoch ohne eine von der Entgasungszone getrennten Oxidationsstufe in Form einer zentralen Oxidationskammer. Die Zuluft zum Vergaser 80 wird üblicherweise mit Oberluft und Unterluft bezeichnet und ist in Figur 6 durch die Luftzuführungen 81 und 82 dargestellt. Hierdurch bilden sich zwei Feuer-/Glutzonen aus. Die integrierte Entstaubung wird beim Vergaser 80 durch eine Filteranordnung 83 erreicht, die am Umfang eines entsprechend vergrösserten Rohgassammelraum 84 angeordnet ist. Die Filteranordnung 83 enthält Heissgasfilterkerzen 86, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Vergasers 80 angeordnet sind. Die Vergrösserung des Rohgassammelraums 84 und die Anordnung der Filterkerzen 86 entspricht der in Verbindung mit Figur 5 beschriebenen Ausführung.

[0040] Die Filterkerzen 86 sind in einem Ringspalt zwischen einem nach unten offenen Schacht 90 und einem diesen Schacht umfassenden äusseren Schacht 91 angeordnet und liegen in Strömungsrichtung vor einer Gasaustrittsöffnung 92, die sich am oberen Ende des Ringspalts befindet. Die Filterkerzen 86 sind in einer Filterplatte 87 montiert, die einen Reingassammelraum 85 vom Rohgassammelraum 84 abtrennt. Die Reinigung der Filterkerzen 86 erfolgt wiederum durch Druckgasimpulse über Jet-Pulse-Düsen 93, die in einem Anschlussflansch 94 des äusseren Schachts zum nach unten offenen Schacht über den Filterkerzen 86 angeordnet sind zugeführt werden. Das durch die Düsen 93 zugeführte Druckgas entspricht dem vorausgehend in Verbindung mit Figur 3 beschriebenen. Wie bei der Vorrichtung nach Figur 5 fällt beim Betrieb des Vergasers 80 der an den Filterkerzen abgeschiedene Staub bei der Abreinigung als Filterkuchen auf einen Schüttkegel 94 des Reduktionskokes 95. Auf diese Art und Weise gelangt der Filterstaub in die weitere Vergasungszone für den Restkoks. Der stark kohlenstoffhaltige Filterstaub wird dann im Rahmen der voranschreitenden Vergasung des Restkokes weitgehend zu Asche vergast und zusammen mit der Rostasche über den Auslassstutzen 96 ausgetragen.

[0041] Während die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen beschrieben wurde, können Abwandlungen dieser Ausführungsformen und andere Ausführungsformen realisiert werden, ohne dass dadurch

der Bereich der Erfindung, wie er durch die Ansprüche definiert ist, verlassen wird.

5 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Vergaser (80), der als absteigender Festbettvergaser ausgebildet ist und eine Gasaustrittsöffnung im unteren Teil eines Vergaserschachts aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Rohgassammelraum innerhalb des Vergaserschachts (81) vor einer Gasaustrittsöffnung (92) eine Filteranordnung (83) angeordnet ist, die vorzugsweise eine Vielzahl von Filterkerzen (86) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Jet-Pulse-Düsen (93), welche ausgebildet sind, um den Filterkerzen (86) Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zuzuführen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterkerzen quer zur Längsachse des Vergaserschachts reihenweise übereinander in einer Filterplatte montiert sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterkerzen (86) am Umfang des Rohgassammelraums (84) parallel zur Längsachse des Vergaserschachts in einer Filterplatte (87) montiert sind, die den Rohgassammelraum (84) von einem Reingassammelraum (85) abtrennt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vergaser (80) ausgebildet ist, um nach dem Doppelfeuerverfahren zu arbeiten und zwei Feuer-/Glutzonen aufweist, zwischen denen sich die Gasaustrittsöffnung (92) befindet, und dass die Filteranordnung im Rohgassammelraum (84) in Strömungsrichtung vor der Gasaustrittsöffnung (92) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterkerzen in einem Ringspalt zwischen einem nach unten offenen Schacht (90) und einem diesen Schacht umfassenden äusseren Schacht (91) angeordnet sind und dass sich die Gasaustrittsöffnung (92) am oberen Ende des Ringspalts befindet.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Anschlussflansch (94) des äusseren Schachts zum nach unten offenen Schacht 55 über den Filterkerzen (86) Jet-Pulse-Düsen (93) angeordnet sind, denen Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt werden können.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche oder dem Oberbegriff von Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Festbettvergaser als Schachtvergaser (1) 5 ausgebildet ist, und in einem Vergaserschacht (2) eine zentrale Oxidationskammer (12) angeordnet ist, die von einer Entgasungszone (10) getrennt ist und die Öffnungen (18) aufweist zur Zuführung von in der Entgasungszone erzeugtem Pyrolysegas (20); dass mit der Oxidationskammer eine Oxidationsmittel-Zuleitung (16) verbunden ist zur Zuführung eines Oxidationsmittels (21) zu der Oxidationskammer (12), um unter dessen Einwirkung eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Pyrolysegases erfolgen zu lassen; und dass unterhalb der Oxidationskammer (12) eine Reduktionsstufe (23) angeordnet ist, die mit der Oxidationskammer zur Aufnahme von dem Abgas aus der Oxidationskammer und zur direkten Zuführung des bei der Pyrolysegas erzeugung anfallenden Reduktionskoks (24) aus der Entgasungszone (10) unter Umgehung der Oxidationskammer (12) verbunden ist, und/oder 10
- die Oxidationskammer (12) Zylinderform aufweist und im Vergaserschacht (2) konzentrisch angeordnet ist, und/oder 15
- die Oxidationskammer (12) radiale Öffnungen (18) aufweist zur Zuführung des in der Entgasungszone (10) erzeugten Pyrolysegas (20) zu der Oxidationskammer, und/oder 20
- ein Zuluftkanal (16) parallel zur Längsachse der Oxidationskammer (12) von oben in diese mündet, und dass der Zuluftkanal innerhalb der Oxidationskammer in Richtung von deren Mitte verlängert ist, und/oder 25
- am Umfang des Schachts (2) Düsen (6) in wenigstens einer Ebene angeordnet sind zum Zuführen eines Luftstroms (8) von außen in die Entgasungszone (10), und/oder 30
- mehrere Düsenebenen (6), übereinander angeordnet sind zum Zuführen des Luftstroms (8) in die Entgasungszone (10), um durch den über die unteren Düsenebenen zugeführten Luftstrom ein teearmes Brenngas zu erzeugen, das eine Barriere für im Bereich der oberen Düsenebene gebildetes Pyrolysegas bildet, und/oder 35
- unterhalb der Reduktionszone (23) ein beweglicher Rost (28) für die Abscheidung der durch den Reduktionsvorgang entstehenden Asche angeordnet ist, und/oder 40
- der Rost (28) höhenverstellbar ausgebildet ist und dass durch eine Höhenverstellung des Rosts (28) die Reduktionszone (23) in ihrer Höhenausdehnung veränderbar ist, und/oder 45
- in der Wandung des Schachts (2) in dessen unteren Teil wenigstens eine Austrittsöffnung 50

(36) angeordnet ist, die zur Entnahme des Brenngases (35) aus der Reduktionszone (23) dient, und/oder

- eine weitere Vergasungszone (40) an die Reduktionszone (23) angeschlossen ist zur weitgehenden Vergasung des feinen Restkoks aus der Reduktionszone (23) durch Zufuhr weiterer Vergasungsmittel (41) in der als Gegenstromvergaser betriebenen Vergasungszone (40), und/oder
- die weitere Vergasungszone (40) durch einen beweglichen Rost (43) begrenzt ist, über den die sich bei der Vergasung ergebende Asche bei geringem Glühverlust abgeschieden werden kann, und/oder
- das weitere Vergasungsmittel (41) über eine Eintrittsöffnung (42) zugeführt werden kann, die unterhalb des Rosts (43) in der Schachtwandung angeordnet ist, und/oder
- die Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser (1), der als absteigender Festbettvergaser ausgebildet ist, und in einem Vergaserschacht (2) eine zentrale Oxidationskammer (12) angeordnet ist, die von einer Entgasungszone (10) getrennt ist und die Öffnungen (18) aufweist zur Zuführung von in der Entgasungszone erzeugtem Pyrolysegas (20); dass mit der Oxidationskammer eine Oxidationsmittel-Zuleitung (16) verbunden ist zur Zuführung eines Oxidationsmittels (21) zu der Oxidationskammer (12), um unter dessen Einwirkung eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Pyrolysegases erfolgen zu lassen; und dass unterhalb der Oxidationskammer (12) eine Reduktionsstufe (23) angeordnet ist, die mit der Oxidationskammer zur Aufnahme von dem Abgas aus der Oxidationskammer und zur direkten Zuführung des bei der Pyrolysegas erzeugung anfallenden Reduktionskoks (24) aus der Entgasungszone (10) unter Umgehung der Oxidationskammer (12) verbunden ist und/oder
- **gekennzeichnet durch** einen ringförmigen Spalt (26) zwischen der Oxidationskammer (12) und der Wandung des Vergaserschachts (2) im Bereich der Vergasungszone (10); zur direkten Zuführung des in der Entgasungszone (10) erzeugten Reduktionskoks (24) in die Reduktionszone (23) ist der Spalt (26) direkt und unter Umgehung der Oxidationskammer mit der Reduktionszone (23) verbunden.

9. Verfahren zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser (1), **gekennzeichnet durch** die Schritte:

- a) Zuführung des Brennstoffes in den Schachtvergaser (1), der als absteigender Festbettreak-

tor ausgebildet ist;

b) Entgasung des Brennstoffes in einer Entgasungszone (10) des Schachtvergaser **durch** autotherme Teilvergasung unter Luftzufuhr von außen;

c) Zuführung des so gewonnenen Pyrolysegases (20) aus der Entgasungszone (10) in eine innerhalb des Schachts befindliche und von der Entgasungszone getrennte Oxidationsstufe (12), in der eine partielle Oxidation und ein thermisches Cracken des Rohgases unter Zusatz eines Oxidationsmittels erfolgt; und

d) Reduktion des Abgases aus der Oxidationsstufe (12) in einer der Oxidationsstufe nachgeschalteten Reduktionszone (23) **durch** den in der Entgasungszone gebildeten Koks unter Wärmeentzug zu einem Brenngas (35).

dadurch gekennzeichnet, dass das erzeugte Gas vor dem Austritt aus dem Schacht (2) gefiltert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterung im Bereich vor einer Austrittsöffnung (36, 72) erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterung durch vor der Austrittsöffnung (36, 72) angeordnete Filterkerzen (56, 67) erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Filterkerzen (56, 67) über Jet-Pulsdüsen Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9 oder dem Oberbegriff von Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Oxidationsstufe durch eine Oxidationskammer (12) gebildet wird, die zentral im Vergaser-schacht (2) angeordnet ist und der das Pyrolysegas (20) über Öffnungen (18) zugeführt wird, und/oder

- der in der Entgasungszone (10) erzeugte Reduktionskoks (24) unter Umgehung der Oxidationsstufe (12) der Reduktionszone (13) zugeführt wird, und/oder

- in einem Raum zwischen der Oxidationsstufe (12) der Wandung des Schachts (2) bei der Entgasung des Brennstoffes (4) Reduktionskoks (24) erzeugt wird, der zum Ersatz des verbrauchten Reduktionskokes durch sein Eigengewicht der Reduktionszone (23) zugeführt wird, und/oder

- der in der Entgasungszone (10) erzeugte Reduktionskoks (24) durch einen ringförmigen Spalt (26) zwischen der Oxidationsstufe (12) der Wandung des Schachts (2) der Reduktionszone

(23) zugeführt wird, und/oder

- der Entgasungszone (10) ein Luftstrom (8) über Düsen (6) zugeführt wird, die in wenigstens einer Ebene am Umfang des Schachts (2) angeordnet sind, und/oder

- der Luftstrom (8) über mehrere übereinander angeordnete Düsenebenen (6) der Entgasungszone (10) zugeführt wird und dass durch den über die unteren Düsenebenen zugeführten Luftstrom ein teearmes Brenngas erzeugt wird, das eine Barriere für im Bereich der oberen Düsenebene gebildetes Pyrolysegas bildet, und/oder

- der der Oxidationsstufe (12) zugeführten Zuluft (21) Wasserdampf zugemischt wird, und/oder

- der der Oxidationsstufe (12) zugeführten Zuluft (21) Rauchgas aus einer Wärmekraftmaschine zugemischt wird, die mit dem Brenngas (35) betrieben wird, und/oder

- dem der Entgasungszone (10) zugeführten Luftstrom (8) Wasserdampf und/oder Rauchgas aus einer Wärmekraftmaschine zugemischt wird, und/oder

- die Reduktionszone (23) durch ein bewegliches Rost (28) begrenzt wird und dass die Reduktionszone durch eine Höhenverstellung des Rosts (28) in ihrer Höhenausdehnung verändert werden kann, und/oder

- im Schritt d) nach der Reduktionszone (23) eine weitere Vergasungszone (40) folgt, in welcher der feine Restkoks aus der Reduktionszone (23) durch Zufuhr weiterer Vergasungsmittel (41) in der als Gegenstromvergaser betriebenen Vergasungszone (40) weitgehend vergast wird, und/oder

- die sich bei der Vergasung ergebende Asche durch einen beweglichen Rost (43) bei geringem Glühverlust abgeschieden wird.

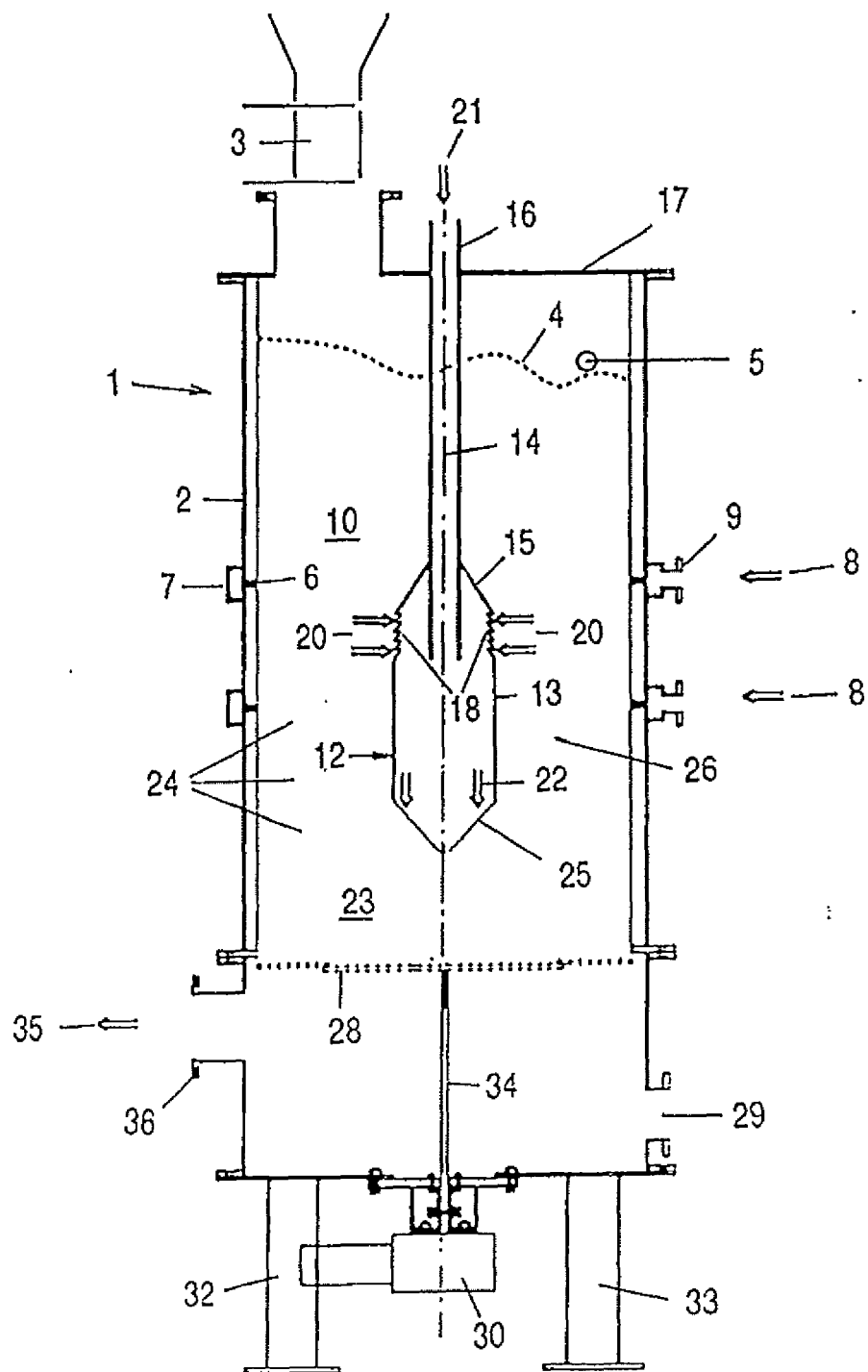


Fig. 1

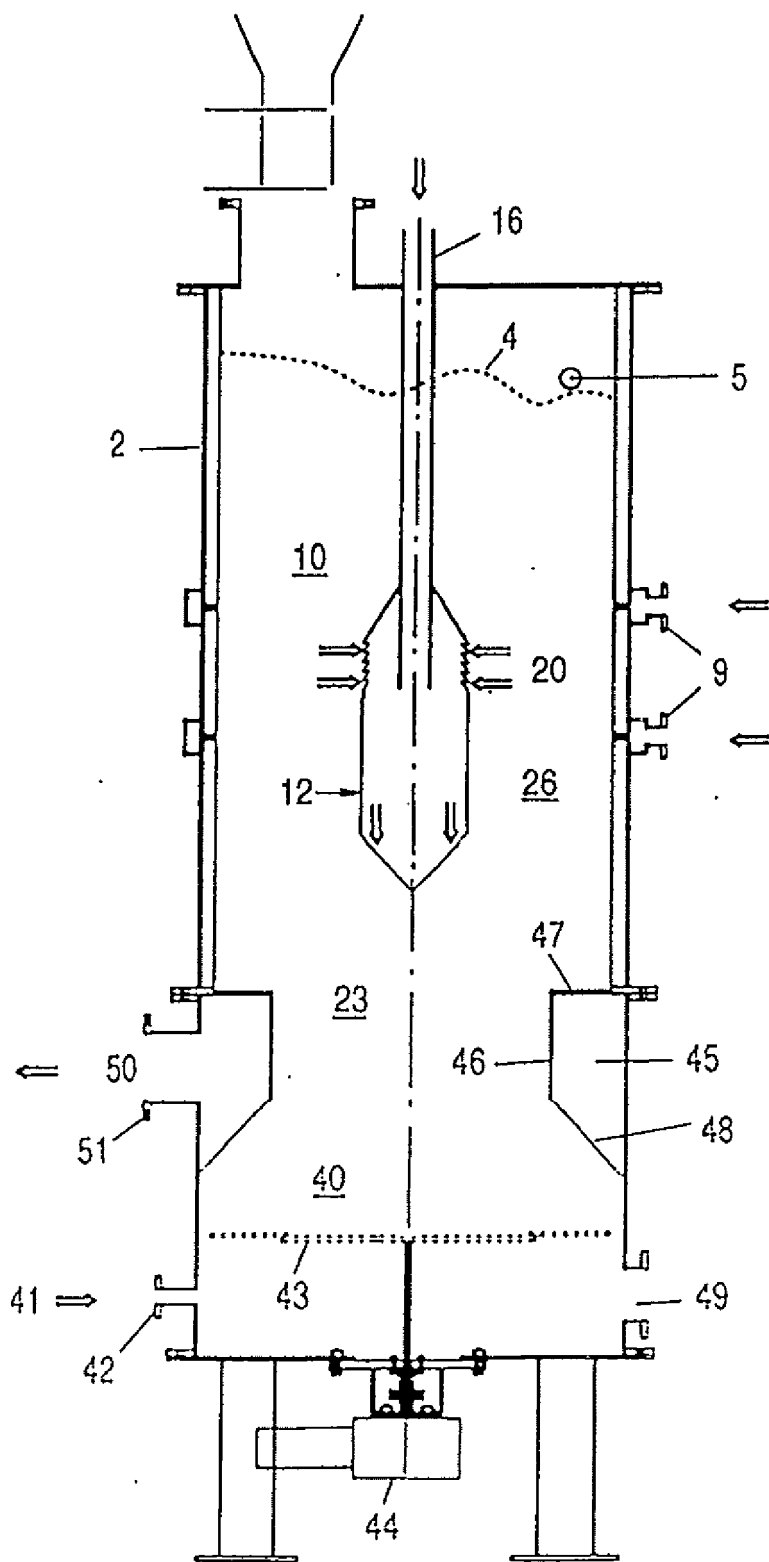


Fig. 2

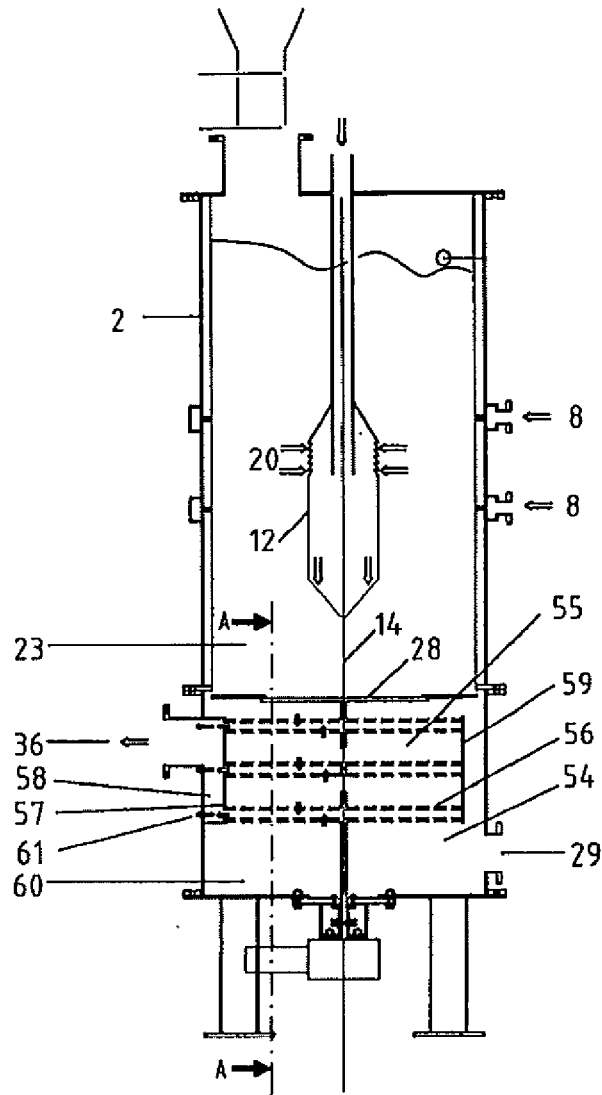


Fig. 3

Schnitt A - A:

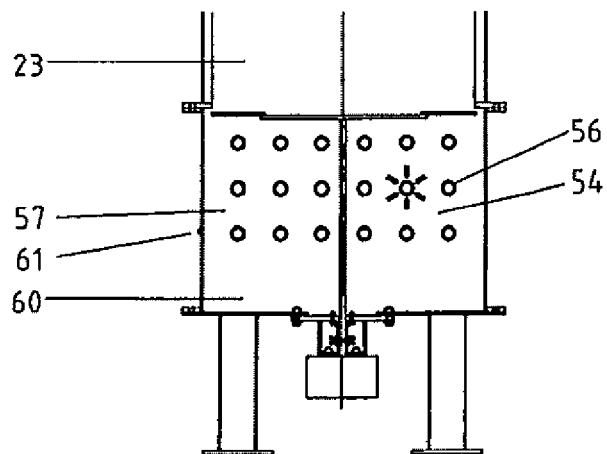


Fig. 4

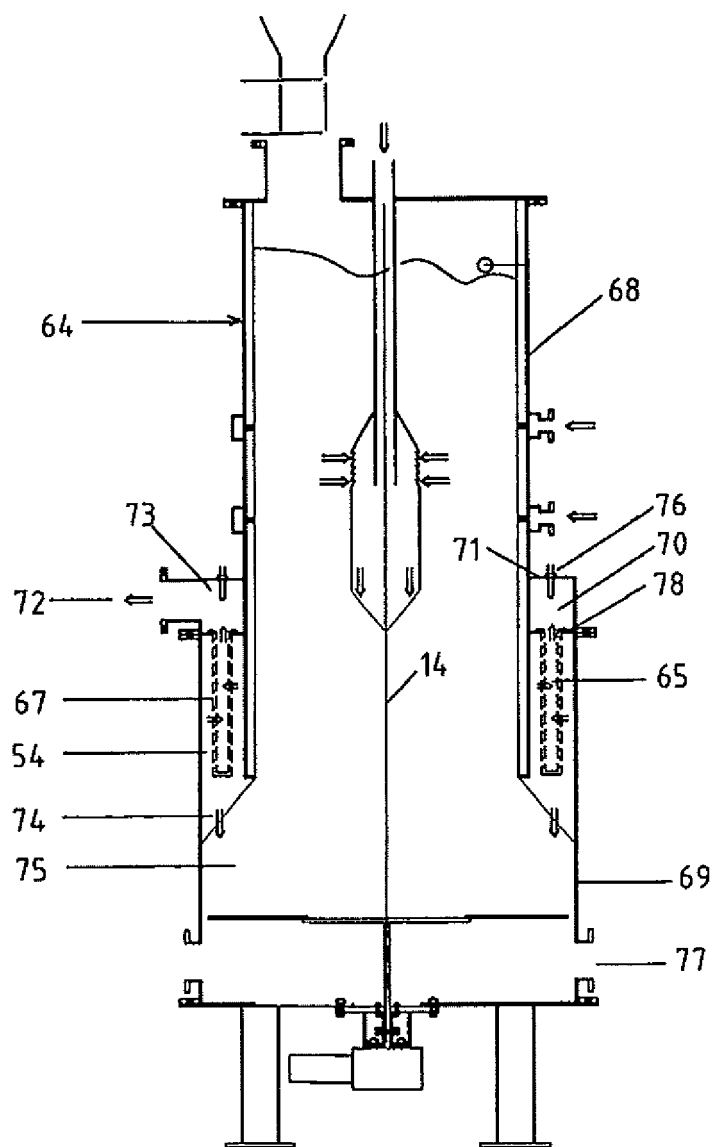


Fig. 5

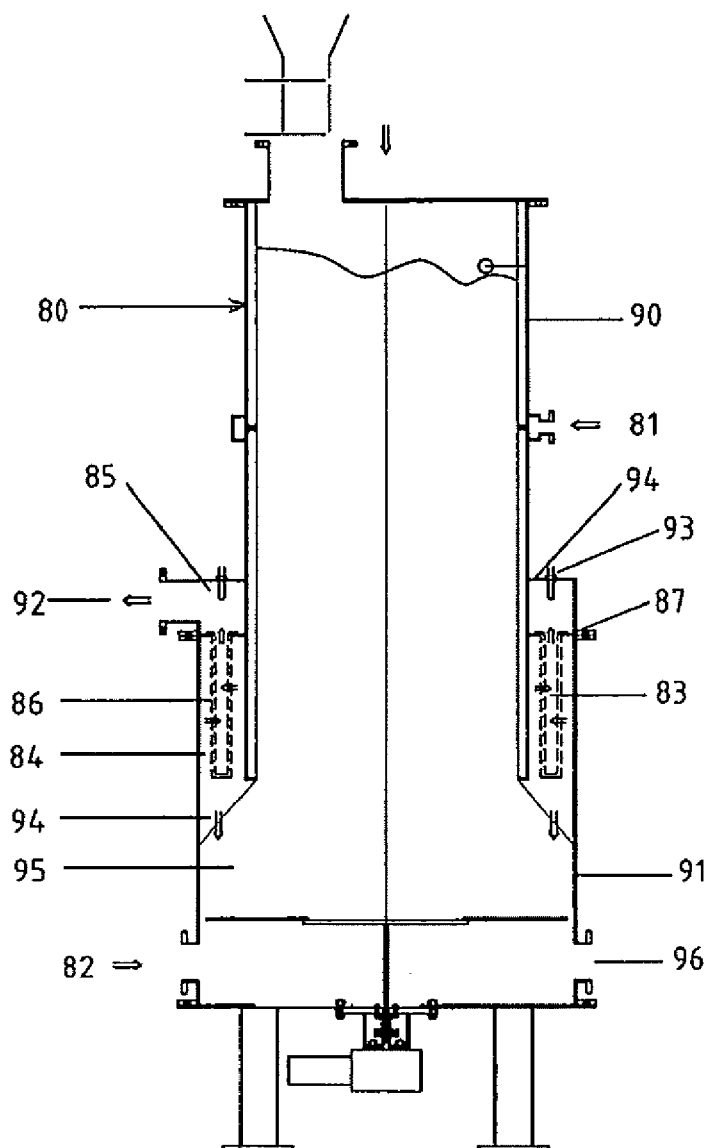


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19846805 A1 [0002] [0004] [0005]
- DE 4404673 C2 [0002] [0004]