



(11) **EP 1 865 046 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.10.2012 Patentblatt 2012/40

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

(21) Anmeldenummer: **07010863.4**

(22) Anmeldetag: **01.06.2007**

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

Method and device for creating fuel gas from a solid fuel

Procédé et dispositif destinés à la production de gaz combustible à partir d'un combustible solide

(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**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.2007 Patentblatt 2007/50

(60) Teilanmeldung:
10185292.9 / 2 377 911

(73) Patentinhaber: **Big Dutchman International GmbH
49377 Vechta (DE)**

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 837 120 WO-A-2006/021017
DE-A1- 10 258 640 DE-B- 1 037 051
GB-A- 1 491 645 US-A1- 2003 000 144

EP 1 865 046 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Bereich der Erfindung

[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.

Stand der Technik

[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°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 verfahrenstechnisch 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] Das Dokument DE 1037051 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vergasung von festen Brennstoffen. Die Vergasung des in geschlossener Gutsäule durch den Vergaser abwärts geführten Brennstoffs erfolgt in zwei übereinander angeordneten Zonen. Das Dokument GB 1491645 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verkokung von Schieferbrocken.

[0004] Das Dokument DE 10258640 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vergasung von Brennstoffen. Die Vergasung erfolgt in einer ersten Stufe in einem Festbett. Der zweiten Stufe ist die Verbrennung des Teergases in einer getrennten Oxidationskammer.

[0005] 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°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 aus-

getragen und in die Reduktionszone gelangt und dort erhärtet. Auch muss die folgende Reduktionsstufe konstruktiv auf das hohe Temperaturniveau des einströmenden Gasstromes ausgelegt sein.

[0006] 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 verfahrenstechnisch 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 getrennt 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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 Filter-

materialien von 80 - 250 °C vorzukühlen. Verfahrenstechnisch erweist sich dabei die Staubfracht als hinderlich.

[0011] Besonders vorteilhaft ist dagegen der Einsatz der Heißgasfiltration, da hier ohne Zwischenkühlung im typischen Temperaturbereich des Rohgases von 400 - 800 °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 Betriebstemperaturen und weitere dem Explosionsschutz dienende Anforderungen zu kostenintensiven Ausführungen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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 Staubfreiheit des Reingases.

[0017] 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.

[0018] 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

[0019] 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 Schachtvergasers, der nach dem Doppelfeuerverfahren arbeitet und in dem erfindungsgemäß eine Staubfilteranordnung integriert ist.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0020] Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Schachtvergaser, der als absteigender Festbettvergaser 1 ausgebildet ist, welcher einen aufrecht stehenden zylindrischen Schacht 2 aufweist. Dem Festbettvergaser 1 wird über ein Schleusensystem 3 Brennstoff von oben zugeführt.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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 gelangt 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.

[0024] 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 Reduktionskokes 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.

[0025] 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 Elektrogetriebemotor 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.

[0026] 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 Kokes abhängig.

[0027] 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 Austrittsöffnung 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.

[0028] Bei Verwendung von mehreren übereinander angeordneten Düsenebenen 6 für die Zuführung des Luftstroms 8 in die Entgasungszone 10 wird ein Durchströmen des Ringspalt 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.

[0029] 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

[0030] 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°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 NOx-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.

[0031] Die gewünschte Zerstörung der langkettigen Kohlenwasserstoffe kann dann erreicht werden, wenn die Menge an zugemischtem 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 oxidiert. 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.

[0032] 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 Festbettvergasers 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, Was-

serdampf 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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 Schachtvergaser 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.

[0037] 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.

[0038] In Figur 5 ist eine Abwandlung des Vergasungsapparats gemäß Figur 2 dargestellt, die mit einer integrierten 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 Stömungsrichtung vor einer Gasaustrittsöffnung 92, die sich am oberen Ende des Ringspalts befindet. Die Filterkerzen 86 sind in einer Filter-

platte 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.

Patentansprüche

1. 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 Festbettreaktor ausgebildet ist;
- b) Entgasung des Brennstoffes in einer Entgasungszone (10) des Schachtvergasers **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 der in der Entgasungszone (10) erzeugte Reduktionskoks (24) unter Umgehung der Oxidationsstufe (12) der Reduktionszone (23) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidationsstufe durch eine Oxidationskammer (12) gebildet wird, die zentral im Vergaserschacht (2) angeordnet ist und der das Pyrolysegas (20) über Öffnungen (18) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Oxidationskammer (12) über einen im Zentrum des Vergaser-schachts (2) oder seitlich angeordneten Kanal (16) Zuluft (21) zugeführt wird, unter deren Wirkung eine unterstöchiometrische Verbrennung des aus der Entgasungszone (10) der Oxidationskammer (12) zugeführten Pyrolysegases (20) erfolgt. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass in einem Raum zwischen der Oxidationsstufe (12) und 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. 10 15
5. Verfahren nach Anspruch 1 und 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der in der Entgasungszone (10) erzeugte Reduktionskoks (24) durch einen ringförmigen Spalt (26) zwischen der Oxidationsstufe (12) und der Wandung des Schachts (2) der Reduktionszone (23) zugeführt wird. 20 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Entgasungszone (10) ein Luftstrom (8) über Düsen (6) zugeführt wird, die in wenigstens einer Ebene am Umfang des Schachts (2) angeordnet sind. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Luftstrom (8) über mehrere übereinander angeordnete Düsen-ebenen (6) der Entgasungszone (10) zugeführt wird und dass durch den über die unteren Düsen-ebenen zugeführten Luftstrom ein teearmes Brenngas erzeugt wird, das eine Barriere für im Bereich der oberen Düsen-ebene gebildetes Pyrolysegas bildet. 35 40
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der der Oxidationsstufe (12) zugeführten Zuluft (21) Wasserdampf zugemischt wird. 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der der Oxidationsstufe (12) zugeführten Zuluft (21) Rauchgas aus einer Wärmekraftmaschine zugemischt wird, die mit dem Brenngas (35) betrieben wird. 50
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass dem der Entgasungszone (10) zugeführten Luftstrom (8) Wasserdampf und/oder Rauchgas aus einer Wärmekraftmaschine zugemischt wird. 55
11. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass 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.
12. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass 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.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die sich bei der Vergasung ergebende Asche durch einen beweglichen Rost (43) bei geringem Glühverlust abgeschieden wird.
14. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das erzeugte Gas vor dem Austritt aus dem Schacht (2) gefiltert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung im Bereich vor einer Austrittsöffnung (36, 72) erfolgt.
16. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung durch vor der Austrittsöffnung (36, 72) angeordnete Filterkerzen (56, 67) erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass den Filterkerzen (56, 67) über Jet-Pulse-Düsen Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt werden.
18. Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem festen Brennstoff in einem Schachtvergaser (1), der als absteigender Festbettvergaser ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass in einem Vergaserschacht (2) eine zentrale Oxidativnskammer (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 Pyrolysegaserzeugung anfallenden Reduktions-

- koks (24) aus der Entgasungszone (10) unter Umgehung der Oxidationskammer (12) verbunden ist und **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 Reduktionskokes (24) in die Reduktionszone (23) ist der Spalt (26) direkt und unter Umgehung der Oxidationskammer mit der Reduktionszone (23) verbunden.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidationskammer (12) Zylinderform aufweist und im Vergaserschacht (2) konzentrisch angeordnet ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidationskammer (12) radiale Öffnungen (18) aufweist zur Zuführung des in der Entgasungszone (10) erzeugten Pyrolysegas (20) zu der Oxidationskammer.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Umfang des Schachts (2) Düsen (6) in wenigstens einer Ebene angeordnet sind zum Zuführen eines Luftstroms (8) von außen in die Entgasungszone (10).
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** unterhalb der Reduktionszone (23) ein beweglicher Rost (28) für die Abscheidung der durch den Reduktionsvorgang entstehenden Asche angeordnet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rost (28) höhenverstellbar ausgebildet ist und dass durch eine Höhenverstellung des Rosts (28) die Reduktionszone (23) in ihrer Höhenausdehnung veränderbar ist.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Wandung des Schachts (2) in dessen unteren Teil wenigstens eine Austrittsöffnung (36) angeordnet ist, die zur Entnahme des Brenngases (35) aus der Reduktionszone (23) dient.
27. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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).
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Vergasungszone (40) durch einen beweglichen Rost (43) begrenzt ist, über den sich bei der Vergasung ergebende Asche bei geringem Glühverlust abgeschieden werden kann.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das weitere Vergasungsmittel (41) über eine Eintrittsöffnung (42) zugeführt werden kann, die unterhalb des Rosts (43) in der Schachtwandung angeordnet ist.
30. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Schachts (2) vor einer Gasaustrittsöffnung (36, 72) eine Filteranordnung (55, 65) angeordnet ist.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filteranordnung Filterkerzen 25 (56, 67) umfasst, die im wesentlichen horizontal oder vertikal vor der Gasaustrittsöffnung (36, 72) angeordnet sind.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Filterkerzen (56, 67) über Jet-Pulse-Düsen Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt werden kann.
33. Vorrichtung nach Anspruch 31, **gekennzeichnet durch** eine Vielzahl von horizontalen Filterkerzen (56), die in Reihen übereinander vor der Gasaustrittsöffnung (36) angeordnet sind.
34. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterkerzen (67) am Umfang des Gassammelraums im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Vergaserschachts in einer Filterplatte (78) montiert sind, die den Rohgassammelraum (54) von einem Reingassammelraum (73) abtrennt.
35. Vorrichtung nach Anspruch 34,

dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkerzen in einem Ringspalt (70) zwischen einem nach unten offenen oberen Vergaserschacht (68) und einem diesen Schacht umgebenden äußeren Schacht (69) angeordnet sind und dass sich die Gasaustrittsöffnung (72) am oberen Ende des Ringspalts befindet.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Anschlussflansch (71) des äußeren Schachts (69) zum nach unten offenen Schacht über den Filterkerzen Jet-Pulse-Düsen (76) angeordnet sind, denen Druckgasimpulse zur Reinigung der Filterkerzen zugeführt werden können.

Claims

1. Method of producing fuel gas from a solid fuel in a shaft gasifier (1), **characterised by** the steps of:

- a) feeding the fuel into the shaft gasifier (1) designed as a top-down fixed bed reactor;
- b) degasifying the fuel in a degasification zone (10) of the shaft gasifier by autothermal partial gasification by introducing air from outside;
- c) feeding the resultant pyrolysis gas (20) out of the degasification zone (10) into an oxidation stage (12) disposed inside the shaft and separated from the degasification zone, in which the untreated gas is partially oxidised and thermally cracked by adding an oxidising agent; and
- d) reducing the waste gas from the oxidation stage (12) to a fuel gas (35) in a reduction zone (23) connected downstream of the oxidation stage by means of the coke formed in the degasification zone by withdrawing heat,

characterised in that the reduction coke (24) produced in the degasification zone (10) is fed to the reduction zone (23), bypassing the oxidation stage (12).

2. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** the oxidation stage is formed by an oxidation chamber (12) which is centrally disposed in the gasifier shaft (2) and to which the pyrolysis gas (20) is fed through orifices (18).
3. Method as claimed in claim 2, **characterised in that** intake air (21) is fed to the oxidation chamber (12) via a passage (16) disposed at the centre of the gasifier shaft (2) or to the side, under the effect of which the pyrolysis gas (20) fed from the degasification zone (10) to the oxidation chamber (12) is combusted under below stoichiometric conditions.

4. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** reduction coke (24) is produced in a gap between the oxidation stage (12) and the wall of the shaft (2) during degasification of the fuel (4), which is fed to the reduction zone (23) by its own weight to replace the consumed reduction coke.

5. Method as claimed in claim 1 and 4, **characterised in that** the reduction coke (24) produced in the degasification zone (10) is fed to the reduction zone (23) through an annular gap (26) between the oxidation stage (12) and the wall of the shaft (2).

6. Method as claimed in one of claims 1 to 5, **characterised in that** an air flow (8) is fed to the degasification zone (10) through nozzles (6) disposed on at least one level on the circumference of the shaft (2).

7. Method as claimed in claim 6, **characterised in that** the air flow (8) is fed to the degasification zone (10) through several nozzle levels (6) disposed one above the other and a low-tar fuel gas is generated by means of the air flow fed through the bottom nozzle levels which forms a barrier to pyrolysis gas formed in the region of the top nozzle level.

8. Method as claimed in one of claims 1 to 7, **characterised in that** water vapour is mixed with the intake air (21) fed to the oxidation stage (12).

9. Method as claimed in one of claims 1 to 7, **characterised in that** flue gas from a thermal engine operated with the fuel gas (35) is mixed with the intake air (21) fed to the oxidation stage (12).

10. Method as claimed in one of claims 1 to 9, **characterised in that** water vapour and/or flue gas from a thermal engine is mixed with the air flow (8) fed to the degasification zone (10).

11. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** the reduction zone (23) is bounded by a moving grate (28) and the vertical extension of the reduction zone can be varied by adjusting the height of the grate (28).

12. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** another gasification zone (40) follows the reduction zone (23) in step d), in which the fine residual coke from the reduction zone (23) is largely gasified by feeding other gasifying agents (41) into the gasification zone (40) operated as a counter current gasifier.

13. Method as claimed in claim 12,

characterised in that the ash created during gasification is separated by a moving grate (43) incurring a low heat loss.

14. Method as claimed in claim 1,
characterised in that the generated gas is filtered before leaving the shaft (2). 5
15. Method as claimed in claim 14,
characterised in that filtering takes place in the region in front of an outlet orifice (36, 72). 10
16. Method as claimed in claim 14,
characterised in that filtering takes place by means of filter cartridges (56, 67) disposed in front of the outlet orifice (36, 72). 15
17. Method as claimed in claim 14,
characterised in that compressed gas pulses are applied to the filter cartridges (56, 67) by means of jet pulse nozzles in order to clean the filter cartridges. 20
18. Device for generating fuel gas from a solid fuel in a shaft gasifier (1) designed as a top-down fixed bed gasifier,
characterised in that a central oxidation chamber (12) which is separated from a degasification zone (10) is disposed in a gasifier shaft (2) and has orifices (18) for feeding in pyrolysis gas (20) produced in the degasification zone; an oxidising agent intake line (16) is connected to the oxidation chamber in order to feed an oxidising agent (21) to the oxidation chamber (12) to enable a partial oxidation and a thermal cracking of the pyrolysis gas to take place under its effect, and a reduction stage (23) is disposed underneath the oxidation chamber (12) which is connected to the oxidation chamber in order to accommodate the waste gas from the oxidation chamber and feed the reduction coke (24) occurring when the pyrolysis gas is being produced directly out of the degasification zone (10) bypassing the oxidation chamber (12), and **characterised by** an annular gap (26) between the oxidation chamber (12) and the wall of the gasifier shaft (2) in the region of the gasification zone (10); and in order to feed the reduction coke (24) produced in the degasification zone (10) directly into the reduction zone (23), the gap (26) is directly connected to the reduction zone (23) and bypasses the oxidation chamber. 25 30 35 40 45 50
19. Device as claimed in claim 18,
characterised in that the oxidation chamber (12) is cylindrical in shape and is disposed concentrically in the gasifier shaft (2). 55
20. Device as claimed in claim 18 or 19,
characterised in that the oxidation chamber (12) has radial orifices (18) for feeding the pyrolysis gas

(20) produced in the degasification zone (10) to the oxidation chamber.

21. Device as claimed in one of claims 18 to 20,
characterised in that an intake air passage (16) parallel with the longitudinal axis of the oxidation chamber (12) opens into the latter from above and the air intake passage is extended inside the oxidation chamber in the direction of its centre,
22. Device as claimed in one of claims 18 to 21,
characterised in that nozzles (6) are disposed on the circumference of the shaft (2) on at least one level for feeding an air flow (8) from outside into the degasification zone (10).
23. Device as claimed in claim 22,
characterised in that several nozzle levels (6) are provided one above the other for feeding the air flow (8) into the degasification zone (10) in order to produce a low-tar fuel gas by means of the air flow fed through the bottom nozzle levels, which forms a barrier to the pyrolysis gas formed in the region of the top nozzle level.
24. Device as claimed in one of claims 18 to 23,
characterised in that a moving grate (28) is disposed underneath the reduction zone (23) for separating the ash created during the reduction process.
25. Device as claimed in claim 24,
characterised in that the grate (28) is of a height-adjustable design and the reduction zone (23) can be varied in its vertical extension by adjusting the height of the grate (28).
26. Device as claimed in one of claims 18 to 25,
characterised in that at least one outlet orifice (36) is disposed in the wall of the shaft (2) in its bottom part, which is used to remove the fuel gas (35) from the reduction zone (23).
27. Device as claimed in claim 18,
characterised in that another gasification zone (40) is connected to the reduction zone (23) in order to largely gasify the fine residual coke from the reduction zone (23) by feeding additional gasifying agents (41) into the gasification zone (40) operated as a counter current gasifier.
28. Device as claimed in claim 27,
characterised in that the other gasification zone (40) is bounded by a moving grate (43) by means of which the ash created during gasification can be separated with a low heat loss.
29. Device as claimed in claim 27,
characterised in that the other gasifying agent (41)

can be fed via an inlet orifice (42) disposed underneath the grate (43) in the shaft wall.

30. Device as claimed in claim 18,
characterised in that a filter arrangement (55, 65) is disposed inside the shaft (2) in front of a gas outlet orifice (36, 72). 5
31. Device as claimed in claim 30,
characterised in that the filter arrangement comprises filter cartridges (56, 67) which are disposed essentially horizontally or vertically in front of the gas outlet orifice (36, 72). 10
32. Device as claimed in claim 31,
characterised in that compressed gas pulses are applied to the filter cartridges (56, 67) by means of jet pulse nozzles in order to clean the filter cartridges. 15
33. Device as claimed in claim 31,
characterised by a plurality of horizontal filter cartridges (56) disposed in rows one above the other in front of the gas outlet orifice (36). 20
34. Device as claimed in claim 31,
characterised in that the filter cartridges (67) are mounted on the circumference of the gas collection chamber essentially parallel with the longitudinal axis of the gasifier shaft in a filter plate (78) which separates the untreated gas collection chamber (64) from a cleaned gas collection chamber (73). 25 30
35. Device as claimed in claim 34,
characterised in that the filter cartridges are disposed in an annular gap (70) between a top gasifier shaft (68) open at the bottom and an outer shaft (69) surrounding this shaft and the gas outlet orifice (72) is disposed at the top end of the annular gap. 35
36. Device as claimed in claim 35,
characterised in that jet pulse nozzles (76) are disposed in a connecting flange (71) of the outer shaft (69) to the shaft open at the bottom above the filter cartridges to which compressed gas pulses can be delivered in order to clean the filter cartridges. 40 45

Revendications

1. Procédé servant à produire du gaz combustible à partir d'un combustible solide dans un gazéificateur à puits (1), **caractérisé par** les étapes suivantes consistant à : 50
 - a) amener le combustible dans le gazéificateur à puits (1), qui est réalisé comme un réacteur à lit fixe descendant ; 55
 - b) dégazer le combustible dans une zone de dé-

gazage (10) du gazéificateur à puits par la gazéification partielle autothermique en amenant de l'air depuis l'extérieur ;

c) amener le gaz de pyrolyse (20) ainsi obtenu en dehors de la zone de dégazage (10) dans un étage d'oxydation (12) se trouvant à l'intérieur du puits et séparé de la zone de dégazage, dans lequel étage ont lieu une oxydation partielle et un craquage thermique du gaz brut en ajoutant un agent d'oxydation ; et

d) réduire le gaz d'échappement en provenance de l'étage d'oxydation (12) dans une zone de réduction (23) disposée en aval de l'étage d'oxydation par le coke formé dans la zone de dégazage par extraction de la chaleur pour former un gaz combustible (35),

caractérisé en ce que le coke de réduction (24) produit dans la zone de dégazage (10) est amené à la zone de réduction (23) en contournant l'étage d'oxydation (12).

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'étage d'oxydation est formé par une chambre d'oxydation (12) qui est disposée de manière centrale dans le puits du gazéificateur (2) et à laquelle est amené le gaz de pyrolyse (20) par l'intermédiaire d'ouvertures (18).
3. Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce que l'air d'admission (21) est amené à la chambre d'oxydation (12) par l'intermédiaire d'un canal (16) disposé au centre du puits de gazéificateur (2) ou latéralement, sous l'action duquel a lieu une combustion sous stoechiométrique du gaz de pyrolyse (20) amené depuis la zone de dégazage (10) à la chambre d'oxydation (12).
4. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que dans l'espace entre l'étage d'oxydation (12) et la paroi du puits (2), un coke de réduction (24) est produit lors du dégazage du combustible (4), lequel est conduit par son propre poids à la zone de réduction (23) aux fins de remplacer le coke de réduction usagé.
5. Procédé selon la revendication 1 et 4,
caractérisé en ce que le coke de réduction (24) produit dans la zone de dégazage (10) est amené à la zone de réduction (23) par une fente annulaire (26) entre l'étage d'oxydation (12) et la paroi du puits (2).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce qu'un flux d'air (8) est amené à la zone de dégazage (10) par l'intermédiaire de buses (6) qui sont disposées dans au moins un plan

sur la périphérie du puits (2).

7. Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que le flux d'air (8) est amené à la zone de dégazage (10) par l'intermédiaire de plusieurs plans de buses (6) disposés les uns au-dessus des autres, et **en ce qu'un** gaz combustible pauvre en goudron est produit par le flux d'air amené par l'intermédiaire des plans de buses inférieurs, lequel gaz combustible forme une barrière pour le gaz de pyrolyse formé dans la zone du plan de buses supérieur. 5
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que de la vapeur d'eau est mélangée à l'air d'admission (21) amené à l'étage d'oxydation (12). 10
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que du gaz brûlé en provenance d'un moteur thermique est mélangé à l'air d'admission (21) amené à l'étage d'oxydation (12), lequel moteur thermique fonctionne avec du gaz combustible (35). 20 25
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,
caractérisé en ce que de la vapeur d'eau/ et/ou du gaz brûlé en provenance du moteur thermique est mélangé au flux d'air (8) amené à la zone de dégazage (10). 30
11. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la zone de réduction (23) est délimitée par une grille (28) mobile, et **en ce que** la zone de réduction peut être modifiée dans son extension en hauteur par un réglage en hauteur de la grille (28). 35 40
12. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'à l'étape d), une autre zone de gazéification (40) suit la zone de réduction (23), dans laquelle zone de gazéification le coke restant à grain fin en provenance de la zone de réduction (23) est largement gazéifié par apport d'autres moyens de gazéification (41) dans la zone de gazéification (40) fonctionnant en tant que gazéificateur à contre-courant. 45
13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé en ce que la cendre résultant lors de la gazéification est déposée lors d'une faible perte par calcination par une grille (43) mobile. 50
14. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le gaz produit est filtré avant

la sortie du puits (2).

15. Procédé selon la revendication 14,
caractérisé en ce que le filtrage se fait dans la zone avant une ouverture de sortie (36,72). 5
16. Procédé selon la revendication 14,
caractérisé en ce que le filtrage se fait par des bougies de filtrage (56, 67) disposées avant l'ouverture de sortie (36, 72). 10
17. Procédé selon la revendication 14,
caractérisé en ce que des impulsions de gaz comprimé servant à nettoyer les bougies de filtrage sont amenées aux bougies de filtrage (56, 67) par l'intermédiaire de buses à jet d'air pulsé. 15
18. Dispositif servant à produire du gaz combustible à partir d'un combustible solide dans un gazéificateur à puits (1), qui est réalisé comme un gazéificateur à lit fixe descendant, **caractérisé en ce qu'une** chambre d'oxydation (12) centrale est disposée dans un puits de gazéificateur (2), laquelle est séparée d'une zone de dégazage (10) et qui présente des ouvertures (18) servant à amener du gaz de pyrolyse (20) produit dans la zone de dégazage, **en ce qu'une** conduite de moyens d'oxydation (16) est reliée à la chambre d'oxydation aux fins d'amener un moyen d'oxydation (21) à la chambre d'oxydation (12) afin qu'aient lieu sous son action une oxydation partielle et un craquage thermique du gaz de pyrolyse, et **en ce qu'est** disposé sous la chambre d'oxydation (12) un étage de réduction (23) qui est relié à la chambre d'oxydation pour recevoir le gaz d'échappement en provenance de la chambre d'oxydation et pour conduire directement le coke de réduction (24) chutant lors de la production du gaz de pyrolyse en dehors de la zone de dégazage (10) en contournant la chambre d'oxydation (12), et **caractérisé par** une fente annulaire (26) entre la chambre d'oxydation (12) et la paroi du puits de gazéificateur (2) à proximité de la zone de gazéification (40), laquelle fente (26) est reliée directement et en contournant la chambre d'oxydation à la zone de réduction (23) pour amener directement dans la zone de réduction (23) le coke de réduction (24) produit dans la zone de dégazage (10). 20 25 30 35 40 45 50
19. Dispositif selon la revendication 18,
caractérisé en ce que la chambre d'oxydation (12) présente une forme cylindrique et est disposée de manière concentrique dans le puits de gazéificateur (2). 55
20. Dispositif selon la revendication 18 ou 19,
caractérisé en ce que la chambre d'oxydation (12) présente des ouvertures radiales (18) servant à amener le gaz de pyrolyse (20) produit dans la zone

de dégazage (10) à la chambre d'oxydation.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 20,
caractérisé en ce qu'un canal d'air d'admission (16) débouche depuis le haut dans la chambre d'oxydation (12) de manière parallèle par rapport à l'axe longitudinal de cette dernière, **et en ce que** le canal d'air d'admission se prolonge en direction du centre de la chambre d'oxydation à l'intérieur de celle-ci. 5
22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 21,
caractérisé en ce que des buses (6) sont disposées dans au moins un plan sur la périphérie du puits (2) afin d'amener le flux d'air (8) depuis l'extérieur dans la zone de dégazage (10). 10
23. Procédé selon la revendication 22,
caractérisé en ce que plusieurs plans de buses (6) sont superposés afin d'amener le flux d'air (8) dans la zone de dégazage (10) dans le but de produire grâce au flux d'air amené par l'intermédiaire des plans de buses inférieurs un gaz combustible pauvre en goudron, lequel forme une barrière pour le gaz de pyrolyse formé dans la zone du plan de buses supérieur. 20
24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 23,
caractérisé en ce qu'une grille (28) mobile pour la séparation de la cendre produite par le processus de réduction est disposée sous la zone de réduction (23). 25
25. Dispositif selon la revendication 24,
caractérisé en ce que la grille (28) est réalisée de manière réglable en hauteur, **et en ce que** la zone de réduction (23) peut être modifiée dans son extension en hauteur par un réglage en hauteur de la grille (28). 30
26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 25,
caractérisé en ce qu'au moins une ouverture de sortie (36) est disposée dans la paroi du puits (2) dans sa partie inférieure, laquelle sert à extraire le gaz combustible (35) hors de la zone de réduction (23). 35
27. Dispositif selon la revendication 18,
caractérisé en ce qu'une autre zone de gazéification (40) est raccordée à la zone de réduction (23) aux fins de la gazéification plus large du coke restant à grain fin en provenance de la zone de réduction (23) par apport d'autres moyens de gazéification (41) dans la zone de gazéification (40) fonctionnant comme gazéificateur à contre-courant. 40
28. Dispositif selon la revendication 27,
caractérisé en ce que l'autre zone de gazéification (40) est délimitée par une grille (43) mobile, par l'intermédiaire de laquelle la cendre résultant lors de la gazéification peut être déposée lors d'une faible perte par calcination. 45
29. Dispositif selon la revendication 27,
caractérisé en ce que l'autre moyen de gazéification (41) peut être amené par l'intermédiaire d'une ouverture d'entrée (42), qui est disposée sous la grille (43) dans la paroi du puits. 50
30. Dispositif selon la revendication 18,
caractérisé en ce qu'un ensemble de filtres (55, 65) est disposé à l'intérieur du puits (2) avant une ouverture de sortie de gaz (36, 72). 55
31. Dispositif selon la revendication 30,
caractérisé en ce que l'ensemble de filtres comporte des bougies de filtrage (56, 67), qui sont disposées essentiellement de manière horizontale ou verticale avant l'ouverture de sortie du gaz (36, 72). 60
32. Dispositif selon la revendication 31,
caractérisé en ce que des impulsions de gaz comprimé servant à nettoyer les bougies de filtrage peuvent être amenées aux bougies de filtrage (56, 67) par l'intermédiaire de buses à jet d'air pulsé. 65
33. Dispositif selon la revendication 31,
caractérisé par une pluralité de bougies de filtrage (56) horizontales, qui sont disposées avant l'ouverture de sortie de gaz (36) en rangée les unes sur les autres. 70
34. Dispositif selon la revendication 31,
caractérisé en ce que les bougies de filtrage (67) sont montées dans une plaque de filtrage (78), sur la périphérie de l'espace collecteur de gaz essentiellement de manière parallèle par rapport à l'axe longitudinal du puits de gazéificateur, laquelle plaque de filtrage sépare l'espace collecteur de gaz brut (64) d'un espace collecteur de gaz purifié (73). 75
35. Dispositif selon la revendication 34,
caractérisé en ce que les bougies de filtrage sont disposées dans une fente annulaire (70) entre un puits de gazéificateur (68) supérieur ouvert vers le bas et un puits extérieur (69) entourant ledit puits, **et en ce que** l'ouverture de sortie de gaz (72) se trouve sur l'extrémité supérieure de la fente annulaire. 80
36. Dispositif selon la revendication 35,
caractérisé en ce que sont disposées dans une bride de raccordement (71) du puits extérieur (69) en direction du puits ouvert vers le bas, au-dessus des 85

bougies de filtrage, des buses à jet d'air pulsé (76), auxquelles peuvent être amenées des impulsions de gaz comprimé servant à nettoyer les bougies de filtrage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

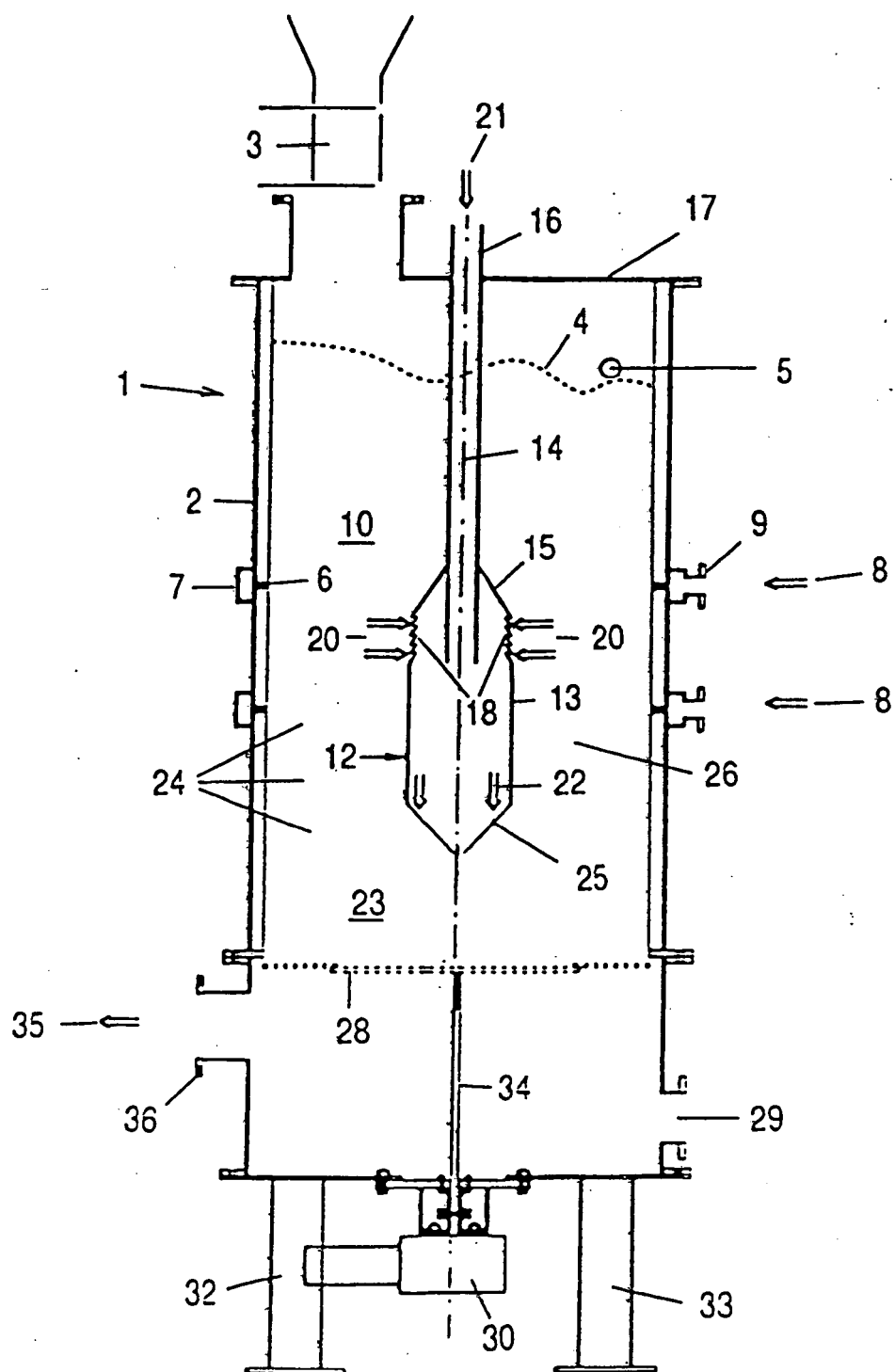


Fig. 1

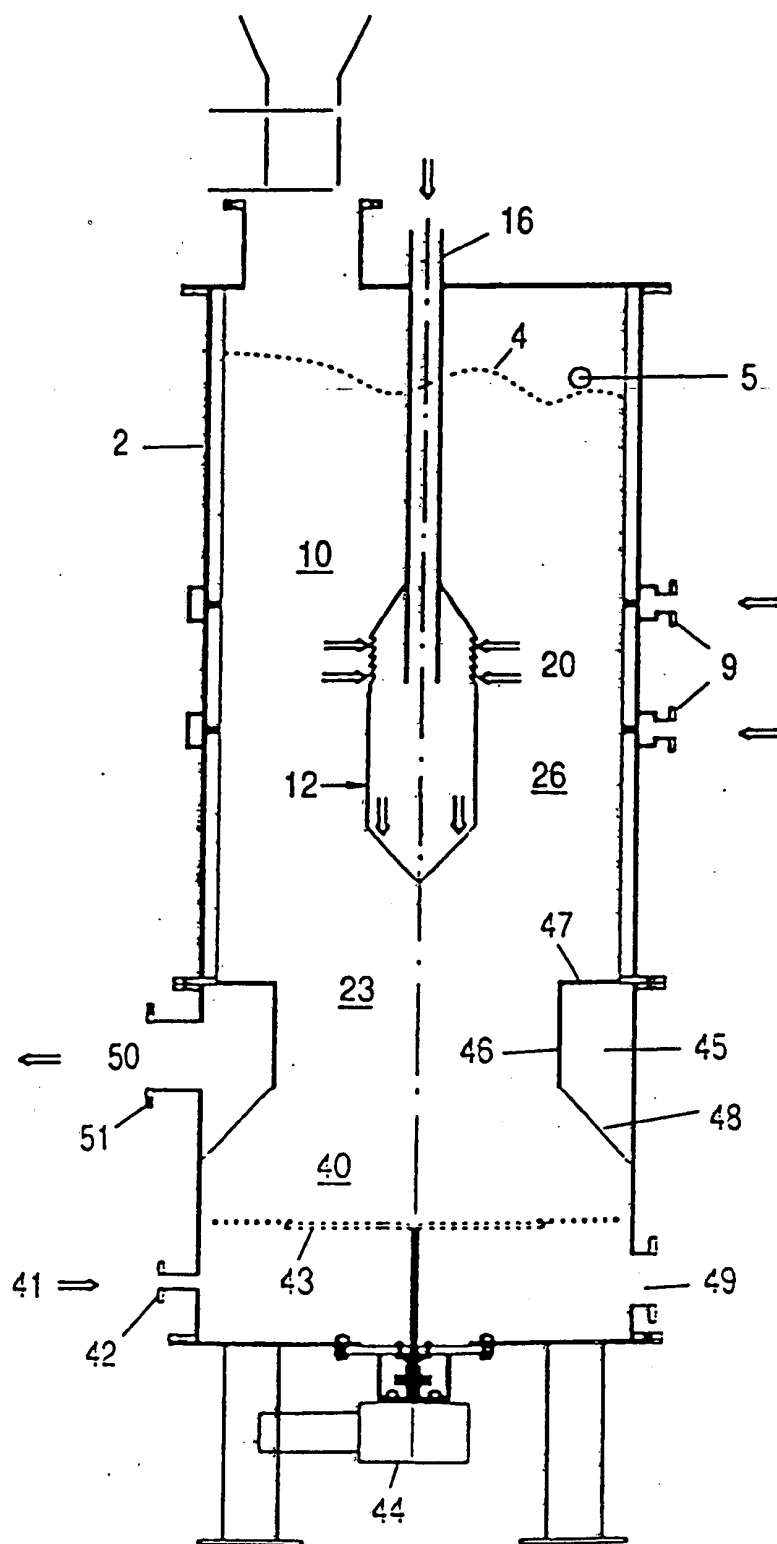


Fig. 2

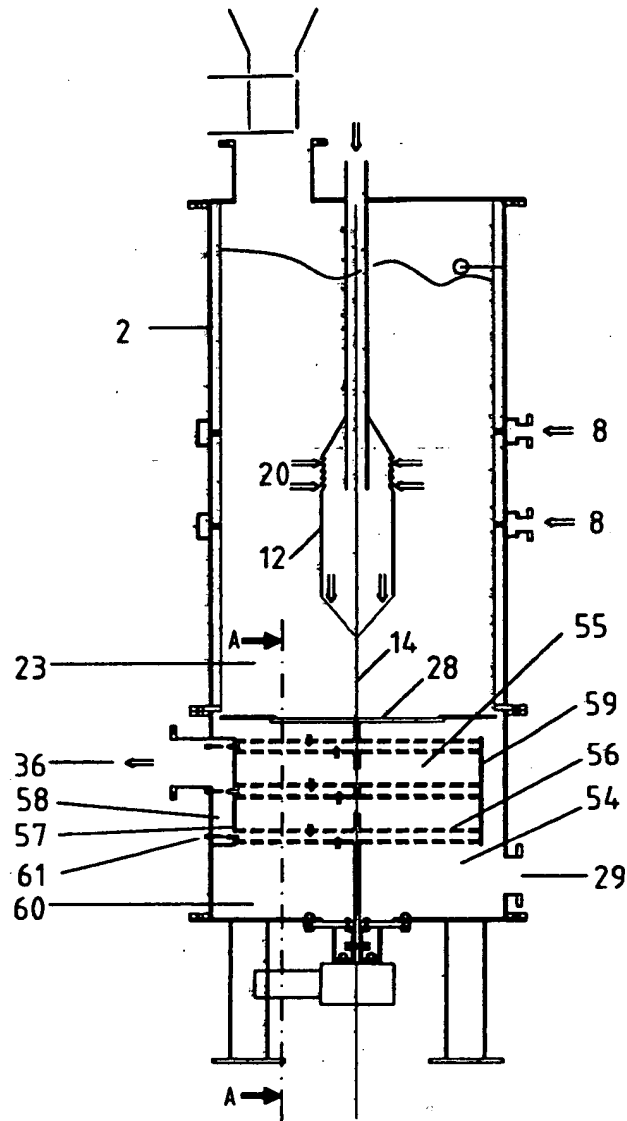


Fig. 3

Schnitt A - A:

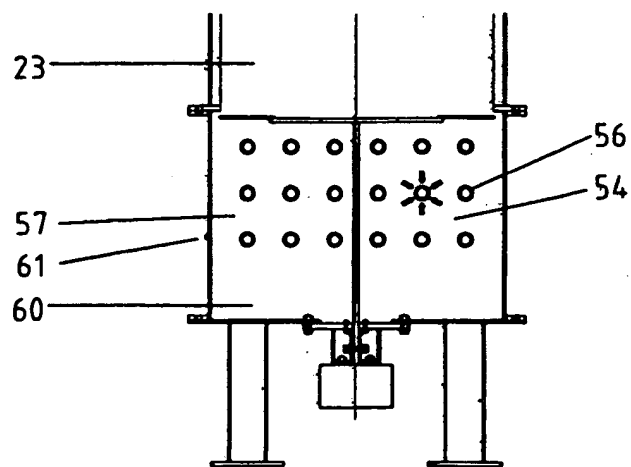


Fig. 4

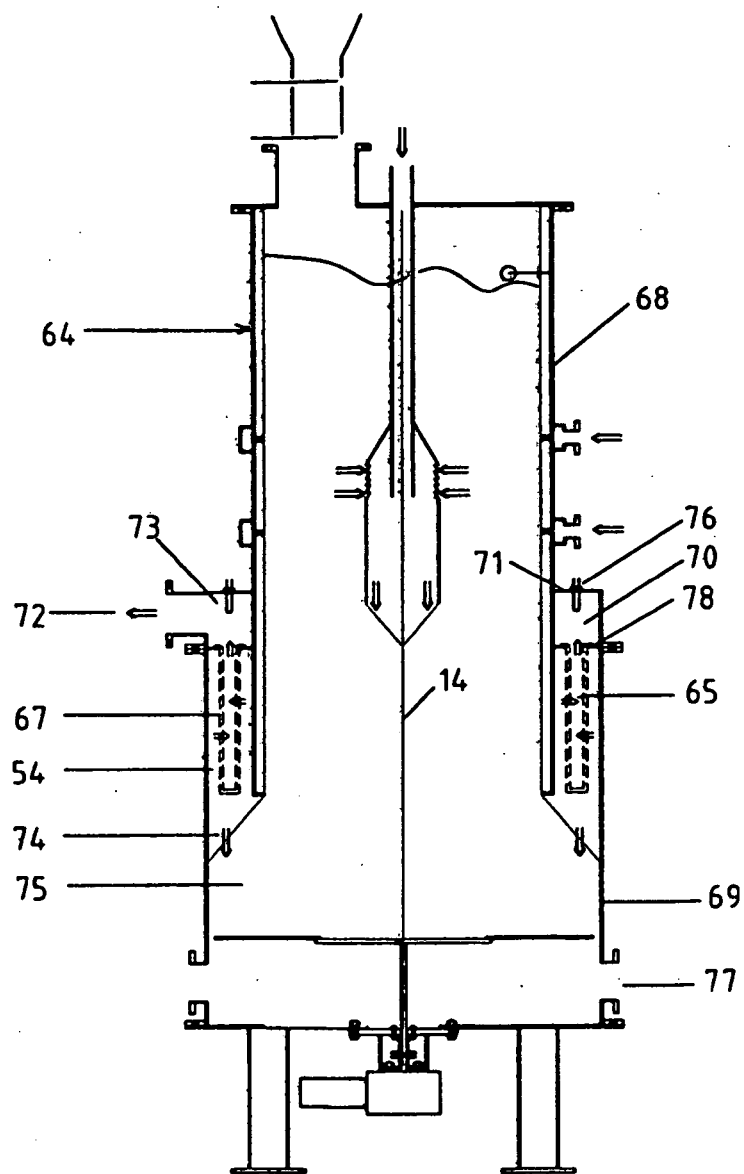


Fig. 5

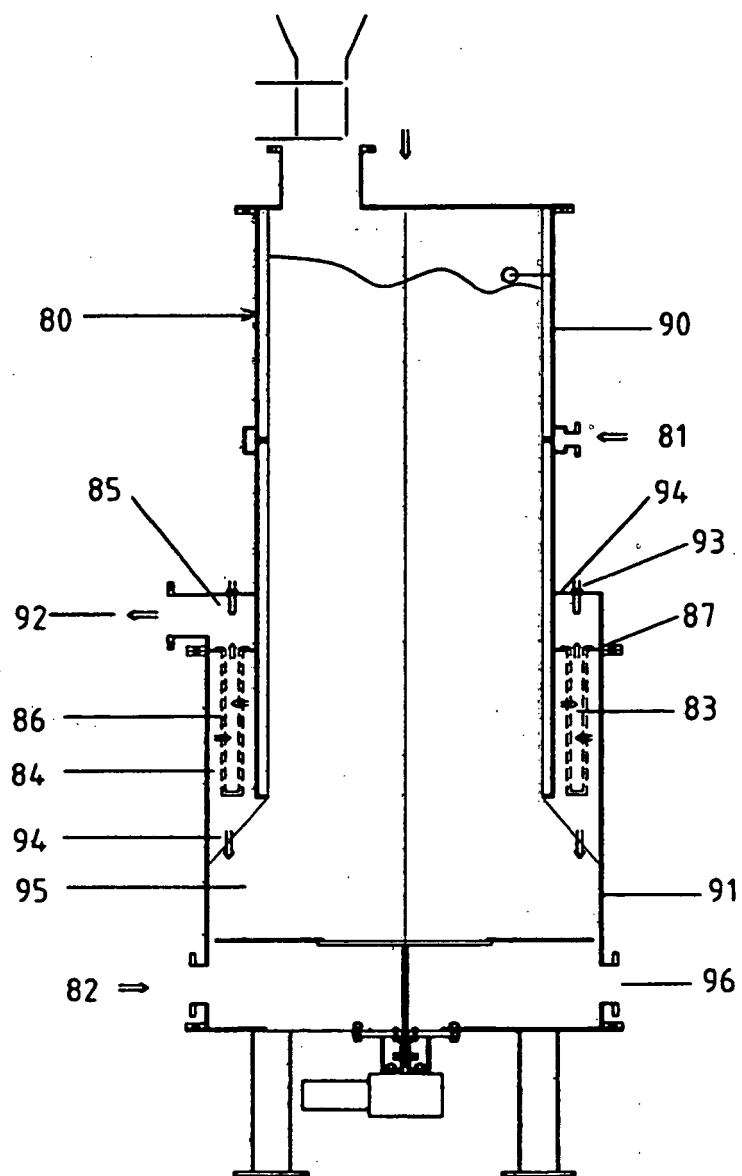


Fig. 6

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] [0006] [0007]
- DE 4404673 C2 [0002] [0006]
- DE 1037051 [0003]
- GB 1491645 A [0003]
- DE 10258640 [0004]