

(19)



(11)

EP 2 895 579 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
C10J 3/06 ^(2006.01) **C10J 3/26** ^(2006.01)
C10J 3/64 ^(2006.01) **C10J 3/72** ^(2006.01)
C10J 3/82 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13798924.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/002765

(22) Anmeldetag: **13.09.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/040744 (20.03.2014 Gazette 2014/12)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON BRENNGAS AUS EINEM FESTEN BRENNSTOFF**

APPARATUS AND PROCESS FOR GENERATING FUEL GAS FROM A SOLID FUEL

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE GAZ COMBUSTIBLE À PARTIR D'UN COMBUSTIBLE SOLIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder: **SCHWARZ, Armin**
D-49377 Vechta (DE)

(30) Priorität: **13.09.2012 DE 202012008777 U**

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.07.2015 Patentblatt 2015/30

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/128285 WO-A1-2008/059109
WO-A1-2011/101022 DE-A1-102010 033 646
DE-U1-202006 009 174 FR-A1- 2 965 816
US-A1- 2007 012 229

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

EP 2 895 579 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Brenngas aus einem Feststoff in einem Schachtvergaser, und umfasst: eine Vergasungszone, in die über eine Einfüllöffnung der Feststoff einfüllbar ist, eine Oxidationszone zur Oxidation des erzeugten Gases ausgebildet ist, die mit der Vergasungszone zur Leitung des in der Vergasungszone erzeugten Gases in die Oxidationszone verbunden ist.

[0002] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Vergasungsverfahren zur Erzeugung eines entzündbaren Gases aus einem Feststoff.

[0003] Vergasungsvorrichtungen der vorgenannten Bauart und Vergasungsverfahren werden dazu verwendet, um feste Stoffe wie organische oder anorganische, kohlenstoffhaltige Materialien, insbesondere Holz, Pflanzen oder Pflanzenreste, in einem kontrollierten Verfahren möglichst vollständig zu vergasen, um hierdurch ein zündfähiges, insbesondere brennbares Gas zu erzeugen. Typischerweise wird dieses so erzeugte Gas in einem der Vergasung nachgeschalteten Prozess verbrannt, um hierdurch Arbeit zu verrichten und beispielsweise einen Stromerzeuger zu betreiben.

[0004] Aus EP 1 865 046 A1 sind ein Vergaser und ein Vergasungsverfahren bekannt, welches in einem Schachtvergaser in einem dreistufigen Prozess durch Vergasung des Feststoffs ein Pyrolysegas erzeugen, welches dann durch partielle Oxidation und thermische Aufspaltung zu einem Rohgas umgewandelt wird und durch Reduktion in ein zündfähiges Produktgas überführt wird. Bei dem in dieser Patentanmeldung offenbarten Stand der Technik gelingt die Vergasung, insbesondere bei sich ändernden Eigenschaften des Feststoffes zu Weilen nur unvollständig, so dass die in dem Feststoff liegende Energiemenge dadurch nicht vollständig ausgeschöpft wird.

[0005] Eine Regulierung und/oder Überwachung der Güte speziell des ersten Prozesses, der Vergasung, über messtechnische Erfassung der Temperatur aber auch der erzielten Gaszusammensetzung und ein Anpassen der für den Vergasungsprozess zugeführten Luft ist aus EP 1 865 046 A1 bekannt. Optimierungspotential bei Schachtvergäsern mit mehrstufigen Prozessketten liegt oftmals in der Güte/Reinheit des final erzeugten Produktgases, welche entscheidend ist für die anschließende Verbrennung, Notwendigkeit zusätzlicher Filter und auch indirekt für die Wartungsintensität des Schachtvergasers. Eine Verminderung der Effizienz kann dabei durch nahezu unvermeidbare Leckagegase aus der Vergasungszone in die Reduktionszone auftreten, oder durch sich verändernde Eigenschaften des zu vergasenden Feststoffes während des Vergasungsprozesses.

[0006] DE 10 2010 033 646 A1 offenbart eine Vergasungseinrichtung mit einer Messeinheit und einer Steuervorrichtung.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Vergaser bzw. ein Vergasungsverfahren bereitzustellen, welches eine effizientere Vergasung eines Feststoffs erreicht und damit eine erhöhte Reinheit des Produktgases gewährleistet.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem der Schachtvergaser erfindungsgemäß so fortgebildet wird, dass eine erste Luftzufuhrvorrichtung und eine zweite Luftzufuhrvorrichtung Luft in die Vergasungszone zuführen, wobei die zweite Luftzufuhrvorrichtung in Verarbeitungsrichtung des Feststoffes der ersten Luftzufuhrvorrichtung nachgestellt ist; eine Messeinheit zur Bestimmung eines Messsignals, welche zur Bestimmung einer qualitativen oder quantitativen Menge vorbestimmter Gasanteile des in der Oxidationszone erzeugten Rohgases oder des entzündbaren Produktgases ausgebildet ist und dieses im Messsignal charakterisiert; und eine Steuervorrichtung, welche signaltechnisch mit der Messeinheit zur Übermittlung des Messsignals gekoppelt ist und derart ausgestaltet ist, dass sie die Menge der zuzuführenden Luft der zweiten Luftzufuhrvorrichtung in Abhängigkeit des Messsignals steuert. Die Messeinheit ist ausgebildet um direkt oder indirekt den Teergehalt im erzeugten Rohgas beziehungsweise Produktgas zu bestimmen, und die Steuervorrichtung steuert die über die zweite Luftzufuhrvorrichtung zugeführte Luftmenge in Abhängigkeit des direkt oder indirekt ermittelten Teergehaltes des erzeugten Rohgases. Die erste und zweite Luftzufuhrvorrichtung können der Vergasungszone bedarfsabhängig und unabhängig voneinander Luft zuführen. Die Messvorrichtung misst die qualitativen oder quantitativen Menge eines vorbestimmten Anteils eines Gases. Dabei ist unter Gas sowohl Stoffe, welche aus einem chemischen Element oder chemischen Verbindung bestehen, im gasförmigen Aggregatzustand zu verstehen (z.B. Sauerstoff, Methan, Kohlenmonoxid usw.) als auch ein aus mehreren Stoffen bestehendes Gasgemisch (z.B. Luft). Die Steuervorrichtung, welche signaltechnisch mit der Messvorrichtung gekoppelt ist kann dann die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung in Abhängigkeit des Messergebnisses regulieren. Die zweite Luftzufuhrvorrichtung ist dabei der ersten Luftzufuhrvorrichtung in Verarbeitungsrichtung nachgestellt, da ihre Steuerung auf bereits ablaufende Prozesse in der Vergasungszone reagiert.

[0009] Durch die messtechnisch erfasste qualitative oder quantitative Menge eines vorbestimmten Gases einer ausgewählten Stufe des Vergasungsprozesses kann erfindungsgemäß die Luftzufuhr in einer vorbestimmten Ebene der Vergasungszone optimiert werden und es bietet sich die Möglichkeit, flexibel auf Veränderungen charakteristischer Eigenschaften der Prozessprodukte während des Durchlaufens der Prozesskette zu reagieren. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass hierdurch ein Effizienzverlust bezüglich der Reinheit des erzeugten Gases - hervorgerufen durch einen unerwünschten Übertritt erzeugter Prozessstoffe von der Vergasungszone in die Reduktionszone - unterbunden werden kann. Während

herkömmliche Vorrichtungen und Verfahren oftmals ausgerichtet sind, den nahezu unvermeidlichen Übertritt von Pyrolysegas aus der Vergasungszone direkt in die Reduktionszone so gut es geht zu verringern und einen Weg über die Oxidationszone zu erzwingen, löst die vorliegende Erfindung das Problem, indem die auftretenden Leckagegase über die Zufuhr von Luft aus einer zweiten Luftzufuhrvorrichtung direkt in der Vergasungszone oxidiert werden. Die Menge der benötigten Luft der zweiten Luftzufuhrvorrichtung wird dabei bedarfsabhängig gesteuert. Dies geschieht erfindungsgemäß mit Hilfe der Messvorrichtung, welche direkt oder indirekt den Teergehalt des erzeugten Rohgases beziehungsweise Produktgases misst und abhängig vom erhaltenen Messwert, welcher Aufschluß über die Verunreinigung durch nicht oxidiertes Pyrolysegas gibt und in dessen Abhängigkeit die signaltechnisch verbundene Steuervorrichtung die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung reguliert.

[0010] Mit der erfindungsgemäß fortgebildeten Vergasungsvorrichtung wird eine Messvorrichtung und signaltechnische Verarbeitung bereitgestellt, welche es erlaubt anhand des gemessenen Teergehaltes Rückschlüsse über die Stärke der auftretenden Leckagegase zu ziehen. Um diese in der Vergasungszone sicher zu oxidieren, kann abhängig vom erhaltenen Messwert über die signaltechnisch verbundene Steuervorrichtung die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung reguliert werden. Bei erhöhtem Teergehalt des erzeugten Rohgases beziehungsweise Produktgases wird die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung verstärkt, bei geringem oder Nichtvorhandensein eines messbaren Teergehaltes kann die Luftzufuhr verringert werden.

[0011] Erfindungsgemäß kann die Messeinheit jedoch auch derart ausgestaltet sein, dass sie den direkten oder indirekten CO-Gehalt des erzeugten Produktgases misst und abhängig vom signaltechnisch verarbeiteten Messwert die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung mit Hilfe der signaltechnisch verbundene Steuereinheit angepasst wird.

[0012] Mit der so erfindungsgemäß fortgebildeten Vergasungsvorrichtung kann der ermittelte CO-Gehalt wie schon der Teergehalt Aufschluss über die Effizienz der jeweiligen erwünschten Stoffumsetzung geben. Letztere ist in der Reduktionszone dann am höchsten, wenn das Rohgas aus der Oxidationszone und der pyrolysierte Feststoff Koks aus der Vergasungszone möglichst heiß aufeinander treffen, idealerweise bei etwa 1000°C. Abhängig vom messtechnisch erfassten CO-Gehalt des letztlich erhaltenen Produktgases kann über signaltechnische Verarbeitung die Luftzufuhr über die signaltechnisch verbundene Steuervorrichtung derart reguliert werden, dass das Koks vor Eintritt in die Reduktionszone noch einmal möglichst stark aufgeheizt wird.

[0013] Erfindungsgemäß können die Luftzufuhrvorrichtungen einzeln, aber auch in Kombination verwendet werden. Der Messung der Gasbestandteile im Produktgas können in einer bevorzugten Ausführungsform eine

vorherige Filterung und/oder Abkühlung des Gases vorangeschaltet sein.

[0014] Mittels der erfindungsgemäß fortgebildeten Vergasungsvorrichtung wird eine Vergasung eines Feststoffs in einer großen Vergasungszone erzielt, ohne dass dabei unerwünschte Übertritte der erzeugten Produktstoffe, beispielsweise nicht oxidiertes Rohgas, als Leckagegas, oder ungenügend erhitztes Koks, auftreten.

[0015] Die Oxidationszone ist mit der Vergasungszone zur Leitung des in der Vergasungszone erzeugten Pyrolysegases in die Oxidationszone verbunden. Vorzugsweise sind die Vergasungszone und die Oxidationszone durch mindestens eine Wandung voneinander getrennt. Die Verbindung der Oxidationszone mit der Vergasungszone zur Leitung des in der Vergasungszone erzeugten Pyrolysegases in die Oxidationszone kann vorzugsweise durch eine fluidtechnische Verbindung in bestimmten Abschnitten, beispielsweise durch eine oder mehrere Öffnungen in der Wandung, erfolgen. Durch einen solchen Aufbau der Vergasungseinrichtung, insbesondere durch eine solche räumliche Trennung der Vergasungszone und der Oxidationszone, kann der Prozessablauf der Vergasung verbessert werden.

[0016] Ferner ist bevorzugt, dass die Wandung in einem in Betriebsstellung oberen Teil der Oxidationszone schräg nach unten zeigende Öffnungen aufweist, über die das in der Vergasungszone entstandene Pyrolysegas auf Grund der örtlichen Druck- und Strömungsverhältnisse in die Oxidationszone gelangt. Die Öffnungen werden vorzugsweise dadurch ausgebildet, dass die schrägabfallende Wandung auf Höhe der jeweiligen Öffnung endet und radial nach innen versetzt, kurz oberhalb der Öffnung fortgeführt wird. Die sich damit leicht überlappenden schräg abfallenden Wandungen der Oxidationszone können so einen unerwünschten Eintritt des Feststoffes in die Oxidationszone oder eine Verstopfung der Öffnungen durch den zugeführten Feststoff verhindern.

[0017] Besonders bevorzugt ist es, dass die Vergasungszone und die Oxidationszone in thermischem Kontakt sind, vorzugsweise über die mindestens eine Wandung, welche die Vergasungszone und die Oxidationszone voneinander trennt. Dies ermöglicht eine besonders vorteilhafte Ausnutzung der entstehenden Prozesswärme.

[0018] Mittels einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Oxidationszone bezogen auf ihren Querschnitt zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig von der Vergasungszone umgeben ist. Gemäß dieser Ausführungsform ist die Oxidationszone zentral innerhalb der Vergasungsvorrichtung angeordnet, indem sie in Bezug auf einen Querschnitt durch die Vergasungsvorrichtung zumindest in einem Bereich, vorzugsweise aber vollständig von der Vergasungszone umgeben ist. Hierdurch wird insbesondere eine ringförmige Vergasungszone um die Oxidationszone ausgebildet und folglich ein wirksamer Wärmeübergang von der Vergasungszone in die Oxidationszone und umgekehrt

ermöglicht. Dabei ist zu verstehen, dass einerseits durch die Zufuhr von Pyrolysegas aus der Vergasungszone in die Oxidationszone ein konvektiver Wärmetransport stattfindet, durch die Umgebung der Oxidationszone mit der Vergasungszone aber darüber hinaus auch durch direkte Wärmeleitung ein Wärmetransport stattfinden kann. Insbesondere kann diese Ausführungsform solcherart verwirklicht werden, dass die Vergasungsvorrichtung als Schachtvergaser ausgeführt ist und die Oxidationszone als zentral innerhalb des Schachtvergasers angeordnete Oxidationskammer ausgeführt ist, die von einer ringförmigen Vergasungszone umgeben ist.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform misst eine Temperaturmesseinheit dabei die Temperatur in oder in unmittelbarer Nähe der Oxidationskammer. Anhand der signaltechnisch verarbeiteten Messergebnisse kann die Luftzufuhr in die Vergasungszone, vorzugsweise über die erste Luftzufuhrvorrichtung reguliert werden, so dass vorzugsweise eine Temperatur von etwa 1000° in der Oxidationszone vorherrscht.

[0020] Weiterhin ist bevorzugt, dass der Feststoff der Vergasungszone in Betriebsstellung allein unter Ausnutzung der Schwerkraft durch eine Feststoffzufuhröffnung zugeführt werden kann.

[0021] Mit einer derartig ausgebildeten Ausführungsform kann eine effiziente und robuste Feststoffzufuhr erzielt werden, da keinerlei mechanische Zufuhrvorrichtungen, welche bei Fehlfunktion den Ablauf stören können, auftreten.

[0022] Noch weiter ist bevorzugt, die erfindungsgemäße Vergasungsvorrichtung fortzubilden durch eine Reduktionszone, welche mit der Oxidationszone zur Zuleitung des in der Oxidationszone gebildeten Rohgases verbunden ist und ausgebildet ist, um das ihr zugeleitete Rohgas chemisch zu reduzieren. In der Reduktionszone kann insbesondere mithilfe von Koks, der aus der Vergasungszone in die Reduktionszone befördert wird und sich aus entgasten Feststoffresten zusammensetzt, ein Brenngas aus dem in der Oxidationszone aufbereitetem Pyrolysegas erzeugt werden. Hierbei kann weiterhin auch eine Filterung von Festbestandteilen durch den Koks in der Reduktionszone erzielt werden. Alternativ oder zusätzlich hierzu können aber auch andere Verfahren zur Filterung, beispielsweise mittels Filterkerzen oder dergleichen vorgesehen sein.

[0023] Weiterhin ist es bevorzugt die Reduktionszone der eingangs oder zuvor erläuterten Bauweise in Schwerkraftrichtung unterhalb der Vergasungszone anzuordnen, so dass sie in direkter Verbindung steht und der Feststoff unter Einwirken der Schwerkraft direkt aus der Vergasungszone in die Reduktionszone übertreten kann. Dabei sollte vorzugsweise ein Abschnitt der Oxidationszone so ausgebildet sein, dass er die Vergasungszone in Strömungsrichtung des erzeugten Gases von der Reduktionszone trennt. In dieser Reduktionszone kann, wie zuvor erläutert, aus dem pyrolysierten und oxidierten bzw. gecrackten Rohgas aus der Oxidationszone ein Brenngas zur Erzeugung und hierbei eine zu-

sätzliche Filterwirkung erzielt werden.

[0024] Eine bevorzugte Realisierung der Messeinheit zur Bestimmung des Teergehaltes im erzeugten Rohgas beziehungsweise Produktgas stellt ein CH₄-Sensor dar, welcher über den ermittelten CH₄-Gehalt indirekten Aufschluss über den im Gas enthaltenen Teergehalt bietet und somit über signaltechnische Verarbeitung für die Regulierung der Luftzufuhr in der zweiten Luftzufuhrebene verwendet werden kann.

[0025] Das bei der Vergasung des Feststoffes entstehende Pyrolysegas stellt ein Gemisch aus Kohlenmonoxid (CO), Wasserstoff (H₂), Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) sowie einer Reihe von Spurengasen und Verunreinigungen in Form von langkettigen Kohlenwasserstoffen (Teere) dar. Bei der anschließenden partiellen Oxidation in der Oxidationszone werden die leicht brennbaren Bestandteile oxidiert. Dies ist eine exotherme Reaktion, so dass sich die Temperatur erhöht. Diese wird auf ca. 1.000 °C geregelt, wobei nicht oxidierte langkettige Kohlenwasserstoffe (Teere) in kurz-kettige Moleküle zerfallen (cracking). Bei der partiellen Oxidation der leicht brennbaren Bestandteile entstehen in der Oxidationskammer typische Verbrennungsprodukte wie H₂O und CO₂. Diese Gase werden beim Auftreffen auf den in der Vergasungszone entstandenen Koks in der Reduktionszone endotherm umgewandelt zu H₂ und CO. Dabei sinkt die Temperatur, da thermische Energie umgewandelt wird in chemische Energie. Nicht oxidierte und nicht gecrackte Leckagegase, die die Oxidationskammer umgehen, durchströmen die Reduktionszone, ohne an den endothermen Reaktionen teilzunehmen. Sie finden sich demnach im fertigen Produktgas wieder. Der Gehalt an diesen Verunreinigungen lässt sich durch eine CH₄ (Methan)-Messung im Produktgas feststellen.

[0026] Bei einer Realisierung der Messeinheit zur Bestimmung des CO-Gehaltes im erzeugten Produktgas ist eine Ausführungsform zu bevorzugen, bei der die zweite Luftzufuhrvorrichtung unmittelbar vor dem Übergang von der Vergasungszone in die Reduktionszone angeordnet ist.

[0027] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht sowohl eine zusätzliche Luftzufuhrvorrichtung im Bereich der Vergasungszone zur Oxidation auftretender Leckagegase vor als auch eine weitere Luftzufuhrvorrichtung unmittelbar vor dem Übergang von der Vergasungs- in die Reduktionszone zur optimierten Aufheizung des Kokes vor.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Vergaservorrichtung der eingangs erwähnten Art, welche ferner eine Gasabsaugvorrichtung aufweist, welche eine seitlich an der Vergasungseinrichtung befindliche Absaugöffnung aufweist, und welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gasabsaugvorrichtung einen Absaugring umfasst, welcher ausgestaltet ist, eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt des Vergasers für das abzusaugende Gas zu erzeugen, indem der Ring dem Gas einen größten Aus-

trittsquerschnitt auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite bietet, welcher sich zur Austrittsöffnung zugewandten Seite hin verengt.

[0029] Dieser Aspekt der Erfindung kann in Kombination mit den bereits aufgeführten bevorzugten Ausführungsformen realisiert werden.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich die Absaugvorrichtung dabei ringförmig um die Reduktionszone angeordnet, wobei der Absaugring dem entzündbaren Gas auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite in Schwerkraftrichtung die größte Öffnung bietet, welche sich kontinuierlich oder auch stufenweise zur Austrittsöffnung zugewandten Seite hin verjüngt.

[0031] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Vergasungsverfahren zur Erzeugung entzündbaren Gases aus einem Feststoff, mit den Schritten:

- Zuführen von Feststoff in eine Vergasungszone
- Vergasen des Feststoffes in der Vergasungszone mittels Pyrolyse bzw. Vergasung
- Zuführen des in der Vergasungszone erzeugten Pyrolysegases in eine Oxidationszone
- Zuführen von Luft in die Vergasungszone

welches sich dadurch auszeichnet, dass die Vergasung in der Vergasungszone von Luft aus mindestens zwei Luftzufuhrvorrichtungen stattfindet, wobei die zweite Luftzufuhrvorrichtung in Verarbeitungsrichtung des Feststoffes der ersten Luftzufuhrvorrichtung nachgestellt ist, und die Zuführung von Luft über die zweite Luftzufuhrvorrichtung abhängig von der Messung der qualitativen oder quantitativen Menge vorbestimmter Gase - Reingase wie auch Gasgemische - im in der Oxidationszone erzeugten Rohgas oder im endzündbaren Produktgas gesteuert wird. Das erfindungsgemäße Vergasungsverfahren kann insbesondere mit der zuvor beschriebenen Vergasungsvorrichtung ausgeführt werden und zeichnet sich dadurch aus, dass durch die individuell steuerbare Luftzufuhr in verschiedene Ebenen der Vergasungszone unerwünschte Austritte von Prozessstoffen aus der Vergasungszone in die angrenzenden Prozesszonen unterbunden werden können.

[0032] Das Verfahren kann zusätzlich fortgebildet werden, indem das Zuführen von Luft in der Vergasungszone individuell für regelmäßig oder unregelmäßig über den Querschnitt verteilten Vergasungssektoren gesteuert wird.

[0033] Eine weitere Fortbildung sieht folgende zusätzliche Verfahrensschritte vor:

Zufuhr von Luft in die Oxidationszone und Wandeln des Pyrolysegases in einem unterstöchiometrischen Prozess mittels Teiloxidation und Spaltung in der Oxidationszone in ein Rohgas,

- Zuführen des Rohgases aus der Oxidationszone in eine Reduktionszone,
- Zuführen von teilweise oder vollständig pyrolysiertem Feststoff in die Reduktionszone,
- Reduzieren des Rohgases in der Reduktionszone mittels des pyrolysierten Feststoffes in ein Brenngas.

[0034] Mit Hilfe der Messeinheit wird direkt oder indirekt der Teergehalt im erzeugten Rohgas beziehungsweise Produktgas gemessen und die Luftzufuhr wird über die zweite Luftzufuhrvorrichtung entsprechend des zugehörigen signaltechnisch verarbeiteten Messergebnisses angepasst. Mit Hilfe der in Abhängigkeit vom Teergehalt gesteuerten Luftzufuhr kann der direkte Übertritt von Teilen des erzeugten Pyrolysegases ohne vorherige Oxidation in die Reduktionszone verhindert werden. Die Bestimmung des indirekten Teergehaltes kann dabei mit einem CH₄-Sensor vorgenommen werden.

[0035] Beim Zuführen von Luft in Abhängigkeit des CO-Gehaltes ist das Zuführen unmittelbar vor dem Übergang der Vergasungszone in die Reduktionszone besonders vorteilhaft, da der pyrolysierte Feststoff Koks unmittelbar vor dem Eintritt in die Reduktionszone noch einmal aufgeheizt wird und die anschließende Reduktion des Rohgases mit Hilfe des Kokes in diesem Fall besonders effektiv verlaufen kann.

[0036] Das Vergasungsverfahren kann alternativ oder parallel dahingehend fortentwickelt werden, dass es den Schritt des Absaugens des entzündbaren Gases mit einer Gasabsaugvorrichtung umfasst, wobei die Gasabsaugvorrichtung eine seitlich an der Vergasungseinrichtung befindliche Absaugöffnung aufweist und ausgestaltet ist eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt des Vergasers für das abzusaugende Gas zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasabsaugvorrichtung einen Absaugring aufweist, welcher dem Gas einen größten Austrittsquerschnitt auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite bietet, welcher sich zur Austrittsöffnung zugewandten Seite hin verengt.

[0037] Die Erfindung wird im Weiteren näher durch beispielhafte, nicht einschränkende bevorzugte Ausführungsformen erläutert.

[0038] Figur 1 eine längsgeschnittende Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vergasungsvorrichtung.

[0039] Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des vorliegenden Schachtvergaser 1. Mittels der Feststoffzufuhröffnung 9 kann der Feststoff der Vergasungszone 2 zugeführt werden, welche die zentral gelegene Oxidationszone 3 in einem horizontalen Querschnitt allseitig umschließt. Bei einer zylindrischen Ausführungsform wie in der Fig. 1 gezeigt, führt dies zu einer ringförmig um die Oxidationszone ausgeprägten Vergasungszone, welche durch die Wandung 14 der Oxidationszone von dieser getrennt ist, jedoch bei entsprechender Ausgestaltung der Wandung 14 in thermischen Kontakt mit

dieser steht. Der Oxidationszone 3 wird über ein Luftzufuhrrohr 11, welches von einem Umhüllungsrohr umschlossen ist 12, und welches vorzugsweise zentral in Längsrichtung entlang der Mittelachse des Vergasers verläuft, Luft zugeführt. Das Luftzufuhrrohr kann aber auch außerhalb der Längsachse oder in radialer Richtung seitlich angeordnet sein und parallel zu dieser verlaufen. Die Oxidationszone weist vorzugsweise eine Glockenförmige Ausgestaltung auf, wobei der obere Teil 13, welcher kegelförmig von oben schräg nach unten abfällt, die Zufuhr des Feststoffes in die Vergasungszone allein aufgrund der Schwerkraft erleichtert.

[0040] Im oberen Teil der Oxidationszone 3 weist die Wandung 14 schräg nach unten zeigende Öffnungen 15 auf, über die das in der Vergasungszone entstandene Pyrolysegas auf Grund der örtlichen Druck- und Strömungsverhältnisse in die Oxidationszone gelangt. Die Öffnungen werden dadurch ausgebildet, dass die schräg abfallende Wandung auf Höhe der jeweiligen Öffnung endet und radial nach innen versetzt, kurz oberhalb der Öffnung fortgeführt wird. Die sich damit leicht überlappenden schräg abfallenden Wandungen 13 der Oxidationszone verhindern einen unerwünschten Eintritt des Feststoffes in die Oxidationszone oder eine Verstopfung der Öffnungen durch den zugeführten Feststoff.

[0041] In die Vergasungszone 2 wird über Luftdüsen 4, 5, 6, welche in radialer Richtung zur Mittelachse des Vergasers verlaufen und in gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Abständen auf dem Umfang des Schachtvergaser verteilt sind, eine individuell regelbare Menge an Luft zugeführt. Über die Luftzufuhrvorrichtung 4 in der ersten Ebene wird Luft zur Aufrechterhaltung der für die im oberen Teil des Schachtvergaser ablaufenden Prozesse notwendigen Temperatur eingedüst. Eine Temperaturmesseinheit (7) misst dabei die Temperatur in oder in unmittelbarer Nähe der Oxidationskammer und die Luftzufuhr über die Luftzufuhrvorrichtung 4 wird anhand der signaltechnisch verarbeiteten Messergebnisse entsprechend reguliert, so dass vorzugsweise eine Temperatur von etwa 1000° in der Oxidationszone herrscht.

[0042] Während der Großteil des entstandenen Pyrolysegases dann den vorgesehenen Weg durch die Oxidationszone nimmt, lässt es sich nicht vermeiden, dass ein Bruchteil direkt aus der Vergasungszone in die Reduktionszone 8 dringt. Um eine so entstehende Verunreinigung des oxidierten Pyrolysegases zu vermeiden, wird mit Hilfe einer zweiten Luftzufuhrvorrichtung 5, welche in Betriebsstellung der ersten Luftzufuhrvorrichtung 4 nachgestellt ist, weitere Luft in die Vergasungszone zugeführt, um die Leckagegase direkt in der Vergasungszone 2 zu oxidieren. Die benötigte Menge an zuzuführender Luft wird mit Hilfe der Messeinheit 10 ermittelt, welche direkt oder indirekt den Teergehalt des erzeugten Produktgases misst, und über eine signaltechnisch verbundene Steuereinheit abhängig vom signaltechnisch verarbeiteten Messwert reguliert.

[0043] Eine solche Oxidation der Leckagegase führt lokal zu Temperaturerhöhungen des pyrolysierten Fest-

stoffes, des Kokses, welcher in der Reduktionszone über eine endotherme Reaktion das oxidierte Pyrolysegas reduzieren soll, so dass eine vorherige Temperaturerhöhung durchaus positive Auswirkungen hat. Um die Temperatur des Kokses unabhängig von der Menge der in der zweiten Luftzufuhrebene eingedüsten Luft zu regulieren - entweder ohne eine vorherige Oxidation von Leckagegasen über eine zweite Luftzufuhrvorrichtung oder wie in Fig. 1 gezeigt zusätzlich dazu - wird Luft über eine weitere Luftzufuhrvorrichtung 6 unmittelbar vor dem Übertritt des Kokses aus der Vergasungszone 2 in die Reduktionszone 8 in die Vergasungszone eingedüst, so dass das oxidierte Pyrolysegas und das Koks bei vorzugsweise 1000° in der Reduktionszone aufeinandertreffen. Aufschluss auf die Effizienz des Reduktionsprozesses kann eine Messung des CO-Gehaltes im finalen Produktgas geben. Die Messeinheit 10 misst direkt oder indirekt den CO-Gehalt des Produktgases, so dass über signaltechnische Verarbeitung des Messwertes die Steuereinheit die Luftzufuhr der dritten Luftzufuhrvorrichtung 6 in Abhängigkeit vom erhaltenen Messergebnis regulieren kann.

[0044] Im unteren Teil der in Figur 1 dargestellten Vergaservorrichtung wird das erzeugte Gas über eine Austrittsöffnung 16 abgesaugt. Um eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung des erzeugten Gases über den Querschnitt des Vergasers zu erzielen, ist ein Absaugring 17, welcher die Reduktionszone umschließt, so ausgestaltet, dass er den größten Austrittsquerschnitt 18 auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite aufweist, welcher sich mit zunehmender Annäherung an die Austrittsöffnung verengt, so dass die Seite unmittelbar vor der Austrittsöffnung den kleinsten Austrittsquerschnitt bietet.

Patentansprüche

1. Vergasungseinrichtung (1) zur Erzeugung eines entzündbaren Produktgases aus einem Feststoff, umfassend:

eine Vergasungszone (2), in die über eine Feststoffzufuhröffnung (9) der Feststoff einfüllbar ist und aus dem Feststoff ein Pyrolysegas erzeugt wird,

eine Oxidationszone (3) zur Oxidation des erzeugten Pyrolysegases, die mit der Vergasungszone (2) zur Leitung des in der Vergasungszone (2) erzeugten Pyrolysegases in die Oxidationszone (3) verbunden ist,

gekennzeichnet durch

eine erste Luftzufuhrvorrichtung (4) und eine zweite Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) Luft in die Vergasungszone (2) zuführen, wobei die zweite Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) In Verarbeitungsrichtung des Feststoffes der ersten Luftzufuhrvorrichtung (4) nachgestellt ist,

- eine Messeinheit (7; 10) zur Bestimmung eines Messsignals, welche zur Bestimmung einer qualitativen oder quantitativen Menge vorbestimmter Gasanteile des entzündbaren Produktgases ausgebildet ist und dieses im Messsignal charakterisiert, und
 eine Steuervorrichtung, welche signaltechnisch mit der Messeinheit (7; 10) zur Übermittlung des Messsignals gekoppelt ist und derart ausgestaltet ist, dass sie die Menge der zuzuführenden Luft der ersten und/oder zweiten Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) in Abhängigkeit des Messsignals steuert,
 wobei die Messeinheit (7; 10) ausgebildet ist, direkt oder indirekt den Teergehalt im erzeugten Rohgas beziehungsweise Produktgas zu bestimmen, und wobei die Steuervorrichtung die über die zweite Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) zugeführte Luftmenge in Abhängigkeit des direkt oder indirekt ermittelten Teergehaltes des erzeugten Rohgases beziehungsweise Produktgases steuert.
2. Vergasungseinrichtung (1) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch dass** die Vergasungszone (2) und die Oxidationszone (3) in thermischem Kontakt sind, wobei entweder die Oxidationszone (3) die Vergasungszone (2) in einem Querschnitt des Schachtvergasers in Durchlaufrichtung des Feststoffes umschließt, oder die Vergasungszone (2) die Oxidationszone (3) in einem Querschnitt des Schachtvergasers in Durchlaufrichtung des Feststoffes umschließt und wobei die Vergasungszone (2) bevorzugt in mehrere regelmäßig oder unregelmäßig über den Querschnitt verteilten Vergasungssektoren mit individueller steuerbarer Luftzufuhr unterteilt ist.
3. Vergasungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergasungszone (2) in Betriebsstellung in Schwerkraftrichtung unterhalb einer Feststoffzufuhröffnung (9), zum schwerkraftbedingten Zuführen von Feststoffen angeordnet ist.
4. Vergasungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1-3, **gekennzeichnet durch** eine Reduktionszone (8), welche mit der Oxidationszone (3) zur Zuleitung des in der Oxidationszone (3) gebildeten Rohgases verbunden ist und ausgebildet ist, um das ihr zugeleitete Rohgas chemisch zu reduzieren.
5. Vergasungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet dass** eine bzw. in Hinblick auf Anspruch 4 die Reduktionszone (8) in Schwerkraftrichtung unterhalb der Vergasungszone (2) angeordnet ist und mit dieser in Verbindung steht für den direkten schwerkraftbedingten
- Übertritt von Feststoff aus der Vergasungszone (2) in die Reduktionszone (8) und vorzugsweise ein Abschnitt der Oxidationszone (3) so angeordnet ist, dass er die Vergasungszone (2) in Strömungsrichtung des erzeugten Gases von der Reduktionszone (8) trennt.
6. Vergasungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1-5, wobei die Messeinheit (7; 10) ein CH₄-Sensor ist, welcher derart ausgestaltet ist, dass er über signaltechnische Verarbeitung den indirekten Rückschluss auf den im Rohgas beziehungsweise Produktgas enthaltenen Teeranteil erlaubt.
7. Vergasungseinrichtung (1) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Messeinheit (10) ausgebildet ist, direkt oder indirekt den CO-Gehalt des erzeugten Produktgases zu messen, und die Steuervorrichtung so ausgebildet ist, dass sie die Menge der von der zweiten Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) zugeführten Luft in Abhängigkeit des von der Messeinheit (10) direkt oder indirekt ermittelten CO-Gehaltes des erzeugten Produktgases steuert.
8. Vergasungseinrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei sich die zweite Luftzufuhrvorrichtung unmittelbar vor dem Übergang der Vergasungszone (2) in die Reduktionszone (8) befindet.
9. Vergasungseinrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, ferner aufweisend eine Gasabsaugvorrichtung, welche eine seitlich an der Vergasungseinrichtung befindliche Absaugöffnung (16) aufweist, und welche **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Gasabsaugvorrichtung einen Absaugring (17) umfasst, welcher ausgestaltet ist, eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt des Vergasers für das abzusaugende Gas zu erzeugen, indem der Ring dem Gas einen größten Austrittsquerschnitt (18) auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite bietet, welcher sich zur Austrittsöffnung zugewandten Seite hin verengt.
10. Vergasungsverfahren zur Erzeugung eines entzündbaren Produktgases aus einem Feststoff, mit den Schritten:
- Zuführen von Feststoff in eine Vergasungszone (2),
 - Vergasen des Feststoffes in der Vergasungszone (2) mittels Pyrolyse bzw. Vergasung,
 - Zuführen des in der Vergasungszone (2) erzeugten Pyrolysegases in eine Oxidationszone (3),
 - Zuführen von Luft in eine Vergasungszone (2),
- dadurch gekennzeichnet, dass**

eine zweite Luftzufuhrvorrichtungen (5; 6) in Verarbeitungsrichtung des Feststoffes einer ersten Luftzufuhrvorrichtung (4) nachgestellt ist, und die Zuführung von Luft über die zweite Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) abhängig von der Messung einer qualitativen oder quantitativen Menge eines vorbestimmten Gasanteils im - in der Oxidationszone (3) - erzeugten Rohgas oder im entzündbaren Produktgas gesteuert wird, wobei eine direkte oder indirekte Messung des Teergehaltes im erzeugten Rohgas oder Produktgas durchgeführt wird, und die über die zweite Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) zugeführte Luftmenge in Abhängigkeit der signaltechnisch verarbeiteten Messsignale zugefügt wird.

11. Vergasungsverfahren nach Anspruch 10, wobei das Zuführen von Luft in eine Vergasungszone (2) individuell für regelmäßig oder unregelmäßig über den Querschnitt verteilten Vergasungssektoren gesteuert wird.
12. Vergasungsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, ferner aufweisend
 - Zufuhr von Luft in die Oxidationszone (3) und Wandeln des Pyrolysegases in einem unterstöchiometrischen Prozess mittels Teiloxidation und Spaltung in der Oxidationszone (3) in ein Rohgas,
 - Zuführen des Rohgases aus der Oxidationszone (3) in eine Reduktionszone (8),
 - Zuführen von teilweise oder vollständig pyrolysiertem Feststoff in die Reduktionszone (8),
 - Chemisches Reduzieren des Rohgases in der Reduktionszone (8) mittels des pyrolysierten Feststoffes in das entzündbare Produktgas.
13. Vergasungsverfahren nach einem der Ansprüche 10-12, wobei der CH₄-Gehalt des erzeugten Produktgases gemessen wird, um über signaltechnische Verarbeitung den indirekten Rückschluss auf den im Rohgas oder Produktgas enthaltenen Teeranteil zu ziehen und die Luftzufuhr der zweiten Luftzufuhrvorrichtung (5; 6) in Abhängigkeit der Messung zu steuern.
14. Vergasungsverfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der CO-Gehalt des in der Reduktionszone (8) erzeugten Produktgases gemessen wird und die Menge der von der zweiten Luftzufuhrvorrichtung zugeführten Luft in Abhängigkeit des von des ermittelten CO-Gehaltes gesteuert wird.
15. Vergasungsverfahren nach einem der Ansprüche 10-14, wobei das Verfahren ferner beinhaltet:

Absaugen des entzündbaren Gases mit einer

Gasabsaugvorrichtung, welche eine seitlich an der Vergasungseinrichtung befindliche Absaugöffnung (16) aufweist und welche ausgestaltet ist, eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt des Vergasers für das abzusaugende Gas zu erzeugen,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Gasabsaugvorrichtung einen Absaugring (17) aufweist, welcher dem Gas einen größten Austrittsquerschnitt (18) auf der der Austrittsöffnung abgewandten Seite bietet, welcher sich zur Austrittsöffnung zugewandten Seite hin verengt.

Claims

1. Gasification apparatus (1) for generating a flammable product gas from a solid material, comprising:

a gasification zone (2), into which the solid material can be filled via a solid material feed opening (9) and from which solid material a pyrolysis gas is generated,

an oxidation zone (3) for the oxidation of the generated pyrolysis gas, which oxidation zone is connected to the gasification zone (2) in order to conduct the pyrolysis gas generated in the gasification zone (2) into the oxidation zone (3),

characterised in that

a first air feed device (4) and a second air feed device (5; 6) feed air into the gasification zone (2), wherein the second air feed device (5; 6) is arranged downstream of the first air feed device (4) in the processing direction of the solid material,

a measuring unit (7; 10) for determining a measurement signal, which measuring unit is designed to determine a qualitative or quantitative amount of predetermined gas components of the flammable product gas and characterises this in the measurement signal, and

a control device which is coupled in signal terms to the measuring unit (7; 10) for transmission of the measurement signal and is configured in such a way that it controls the amount of air that is to be fed in by the first and/or second air feed device (5; 6) as a function of the measurement signal,

wherein the measuring unit (7; 10) is designed to determine directly or indirectly the tar content in the generated raw gas or product gas, and wherein the control device controls the amount of air that is fed in via the second air feed device (5; 6) as a function of the directly or indirectly determined tar content of the generated raw gas or product gas.

2. Gasification apparatus (1) according to claim 1, **characterised in that** the gasification zone (2) and the oxidation zone (3) are in thermal contact, wherein either the oxidation zone (3) encloses the gasification zone (2) in a cross-section of the shaft gasifier in the direction of passage of the solid material, or the gasification zone (2) encloses the oxidation zone (3) in a cross-section of the shaft gasifier in the direction of passage of the solid material, and wherein the gasification zone (2) is preferably subdivided into a plurality of gasification sectors which are regularly or irregularly distributed over the cross-section and which each have an individual controllable air feed.
3. Gasification apparatus (1) according to any one of claims 1 or 2, **characterised in that** the gasification zone (2), in the operating position, is arranged in the direction of gravity below a solid material feed opening (9) for feeding in solid materials under the effect of gravity.
4. Gasification apparatus (1) according to any one of claims 1 to 3, **characterised by** a reduction zone (8) which is connected to the oxidation zone (3) for the feeding-in of the raw gas formed in the oxidation zone (3) and which is designed to chemically reduce the raw gas fed thereto.
5. Gasification apparatus (1) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** a reduction zone or with regard to claim 4 the reduction zone (8) is arranged in the direction of gravity below the gasification zone (2) and is connected to the latter for the direct transfer of solid material under the effect of gravity from the gasification zone (2) into the reduction zone (8), and preferably a section of the oxidation zone (3) is arranged in such a way that it separates the gasification zone (2) from the reduction zone (8) in the flow direction of the generated gas.
6. Gasification apparatus (1) according to any one of claims 1 to 5, wherein the measuring unit (7; 10) is a CH₄ sensor which is configured in such a way that it enables, via signal processing, an indirect conclusion to be drawn about the proportion of tar contained in the raw gas or product gas.
7. Gasification apparatus (1) according to claim 4 or 5, wherein the measuring unit (10) is designed to measure directly or indirectly the CO content of the generated product gas, and the control device is designed in such a way that it controls the amount of air fed in by the second air feed device (5; 6) as a function of the CO content of the generated product gas that is directly or indirectly determined by the measuring unit (10).
8. Gasification apparatus (1) according to claim 7, wherein the second air feed device is located immediately before the transition from the gasification zone (2) into the reduction zone (8).
9. Gasification apparatus (1) according to any one of the preceding claims, further comprising a gas suction device which has a suction opening (16) located on the side of the gasification apparatus and which is **characterised in that** the gas suction device comprises a suction ring (17) which is configured to generate a uniform rate distribution over the cross-section of the gasifier for the gas that is to be extracted by suction, **in that** the ring offers the gas a maximum outlet cross-section (18) on the side facing away from the outlet opening, which tapers towards the side facing the outlet opening.
10. Gasification method for generating a flammable product gas from a solid material, comprising the steps:
 - feeding solid material into a gasification zone (2),
 - gasifying the solid material in the gasification zone (2) by means of pyrolysis or gasification,
 - feeding the pyrolysis gas generated in the gasification zone (2) into an oxidation zone (3),
 - feeding air into a gasification zone (2), **characterised in that**
 a second air feed device (5; 6) is arranged downstream of a first air feed device (4) in a processing direction of the solid material, and the feeding of air via the second air feed device (5; 6) is controlled as a function of the measurement of a qualitative or quantitative amount of a predetermined gas component in the raw gas - generated in the oxidation zone (3) - or in the flammable product gas, wherein a direct or indirect measurement of the tar content in the generated raw gas or product gas is carried out, and the amount of air fed in via the second air feed device (5; 6) is added as a function of the measurement signals which have been subjected to signal processing.
11. Gasification method according to claim 10, wherein the feeding of air into a gasification zone (2) is controlled individually for gasification sectors which are regularly or irregularly distributed over the cross-section.
12. Gasification method according to claim 10 or 11, which further comprises:
 - feeding air into the oxidation zone (3) and converting the pyrolysis gas into a raw gas in a substoichiometric process by means of partial oxidation and cracking in the oxidation zone (3),

- feeding the raw gas from the oxidation zone (3) into a reduction zone (8);
 - feeding partially or completely pyrolysed solid material into the reduction zone (8),
 - chemically reducing the raw gas into the flammable product gas in the reduction zone (8) by means of the pyrolysed solid material.
- 5
13. Gasification method according to any one of claims 10 to 12, wherein the CH₄ content of the generated product gas is measured in order to draw an indirect conclusion, via signal processing, about the proportion of tar contained in the raw gas or product gas and to control the feeding of air from the second air feed device (5; 6) as a function of the measurement.
- 10
14. Gasification method according to claim 12, **characterised in that** the CO content of the product gas generated in the reduction zone (8) is measured and the amount of air fed in by the second air feed device is controlled as a function of the determined CO content.
- 15
15. Gasification method according to any one of claims 10 to 14, wherein the method further includes:
- 25
- extracting the flammable gas by suction using a gas suction device which has a suction opening (16) located on the side of the gasification apparatus and which is configured to generate a uniform rate distribution over the cross-section of the gasifier for the gas that is to be extracted by suction,
- 30
- characterised in that** the gas suction device has a suction ring (17) which offers the gas a maximum outlet cross-section (18) on the side facing away from the outlet opening, which tapers towards the side facing the outlet opening.
- 35
- 40

Revendications

1. Dispositif de gazéification (1) pour la génération d'un gaz de produit inflammable à partir d'une matière solide, comprenant :
- 45
- une zone de gazéification (2), dans laquelle la matière solide peut être versée par une ouverture (9) d'amenée de matière solide et un gaz de pyrolyse est généré à partir de la matière solide,
- 50
- une zone d'oxydation (3) pour l'oxydation du gaz de pyrolyse généré qui est reliée à la zone de gazéification (2) pour la conduite du gaz de pyrolyse généré dans la zone de gazéification (2) dans la zone d'oxydation (3),
- 55
- caractérisé en ce que**

un premier dispositif d'amenée d'air (4) et un second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) amènent de l'air dans la zone de gazéification (2), le second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) étant placé après le premier dispositif d'amenée d'air (4) dans le sens de traitement de la matière solide, une unité de mesure (7 ; 10) pour la détermination d'un signal de mesure qui est réalisée pour la détermination d'une quantité qualitative ou quantitative de parts de gaz prédéterminées du gaz de produit inflammable et caractérise celui-ci en signal de mesure, et un dispositif de commande qui est couplé en signal à l'unité de mesure (7 ; 10) pour la transmission du signal de mesure et est configuré de telle manière qu'il commande la quantité de l'air à amener du premier et/ou second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) en fonction du signal de mesure, l'unité de mesure (7 ; 10) étant conçue pour déterminer directement ou indirectement la teneur en goudron dans le gaz brut généré ou gaz de produit, et le dispositif de commande commandant la quantité d'air amenée par le second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) en fonction de la teneur en goudron déterminée directement ou indirectement du gaz brut généré ou gaz de produit.

2. Dispositif de gazéification (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la zone de gazéification (2) et la zone d'oxydation (3) sont en contact thermique, la zone d'oxydation (3) entourant la zone de gazéification (2) dans une section transversale du gazéificateur de puits dans le sens de passage de la matière solide ou la zone de gazéification (2) entoure la zone d'oxydation (3) dans une section transversale du gazéificateur de puits dans le sens de passage de la matière solide, et la zone de gazéification (2) étant de préférence divisée en plusieurs secteurs de gazéification distribués régulièrement ou irrégulièrement sur la section transversale avec une amenée d'air commandable individuelle.
3. Dispositif de gazéification (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** pour l'amenée de substances solides sous l'effet de la gravité, la zone de gazéification (2) est agencée en position de fonctionnement sous une ouverture (9) d'amenée de matière solide dans le sens de la force de gravité.
4. Dispositif de gazéification (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé par** une zone de réduction (8) qui est reliée à la zone d'oxydation (3) pour l'amenée du gaz brut formé dans la zone d'oxydation (3) et réalisée afin de réduire chimiquement le gaz brut qui lui est amené.

5. Dispositif de gazéification (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'une**, ou par rapport à la revendication 4, la zone de réduction (8) est agencée dans le sens de la force de gravité sous la zone de gazéification (2) et est en liaison avec celle-ci pour le passage direct dû à la force de gravité de matière solide de la zone de gazéification (2) à la zone de réduction (8) et de préférence une section de la zone d'oxydation (3) est agencée de sorte qu'elle sépare la zone de gazéification (2) dans le sens d'écoulement du gaz généré, de la zone de réduction (8).
6. Dispositif de gazéification (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'unité de mesure (7 ; 10) est un capteur CH₄ qui est configuré de manière à permettre de déduire indirectement par le traitement de signal la part de goudron contenue dans le gaz brut ou le gaz de produit.
7. Dispositif de gazéification (1) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'unité de mesure (10) est réalisée afin de mesurer directement ou indirectement la teneur en CO du gaz de produit généré et le dispositif de commande est réalisé de sorte à commander la quantité de l'air amenée par le second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) en fonction de la teneur en CO déterminée directement ou indirectement par l'unité de mesure (10) du gaz de produit généré.
8. Dispositif de gazéification (1) selon la revendication 7, dans lequel le second dispositif d'amenée d'air se trouve directement avant le passage de transition entre la zone de gazéification (2) et la zone de réduction (8).
9. Dispositif de gazéification (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant en outre un dispositif d'aspiration de gaz qui présente une ouverture d'aspiration (16) se trouvant latéralement sur le dispositif de gazéification et qui est **caractérisé en ce que** le dispositif d'aspiration de gaz comporte un anneau d'aspiration (17) qui est agencé pour générer une distribution de vitesse uniforme sur la section transversale du gazéificateur pour le gaz à aspirer **en ce que** l'anneau offre au gaz la section transversale de sortie (18) la plus grande sur le côté éloigné de l'ouverture de sortie qui se rétrécit vers le côté tourné vers l'ouverture de sortie.
10. Procédé de gazéification pour la génération d'un gaz de produit inflammable à partir d'une matière solide, avec les étapes :
- l'amenée de matière solide dans une zone de gazéification (2),
 - la gazéification de la matière solide dans la

zone de gazéification (2) par pyrolyse ou gazéification,

- l'amenée du gaz de pyrolyse généré dans la zone de gazéification (2) dans une zone d'oxydation (3),
- l'amenée d'air dans une zone de gazéification (2),

caractérisé en ce que

un second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) est placé après un premier dispositif d'amenée d'air (4) dans le sens de traitement de la matière solide et l'amenée d'air par le second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) est commandée en fonction de la mesure d'une quantité qualitative ou quantitative d'une part de gaz prédéterminée dans le gaz brut généré, dans la zone d'oxydation (3), ou dans le gaz de produit inflammable, dans lequel une mesure directe ou indirecte de la teneur en goudron est réalisée dans le gaz brut généré ou gaz de produit, et la quantité d'air amenée par le second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) est ajoutée en fonction des signaux de mesure traités par signal.

11. Procédé de gazéification selon la revendication 10, dans lequel l'amenée d'air dans une zone de gazéification (2) est commandée individuellement pour des secteurs de gazéification distribués régulièrement ou irrégulièrement sur la section transversale.

12. Procédé de gazéification selon la revendication 10 ou 11, présentant en outre

- l'amenée de l'air dans la zone d'oxydation (3) et la conversion du gaz de pyrolyse dans un processus sous-stoechiométrique par l'oxydation partielle et la division dans la zone d'oxydation (3) en un gaz brut,
- l'amenée du gaz brut de la zone d'oxydation (3) à une zone de réduction (8),
- l'amenée de la matière solide soumise à une pyrolyse partiellement ou complètement dans la zone de réduction (8),
- la réduction chimique du gaz brut dans la zone de réduction (8) à l'aide de la substance solide soumise à une pyrolyse dans le gaz de produit inflammable.

13. Procédé de gazéification selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel la teneur en CH₄ du gaz de produit généré est mesurée pour en déduire indirectement par le traitement par signal la part en goudron contenue dans le gaz brut ou gaz de produit et commander l'amenée d'air du second dispositif d'amenée d'air (5 ; 6) en fonction de la mesure.

14. Procédé de gazéification selon la revendication 12,

caractérisé en ce que la teneur en CO du gaz de produit généré dans la zone de réduction (8) est mesurée et la quantité de l'air amené par le second dispositif d'amenée d'air est commandée en fonction de la teneur en CO déterminée.

5

15. Procédé de gazéification selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel le procédé contient en outre :

10

l'aspiration du gaz inflammable avec un dispositif d'aspiration de gaz qui présente une ouverture d'aspiration (16) se trouvant latéralement sur le dispositif de gazéification et qui est agencé pour générer une distribution de vitesse uniforme sur la section transversale du gazéificateur pour le gaz à aspirer,

15

caractérisé en ce que

le dispositif d'aspiration de gaz présente un anneau d'aspiration (17) qui offre au gaz la section transversale la plus grande (18) sur le côté éloigné de l'ouverture de sortie qui se rétrécit vers le côté tourné vers l'ouverture de sortie.

20

25

30

35

40

45

50

55

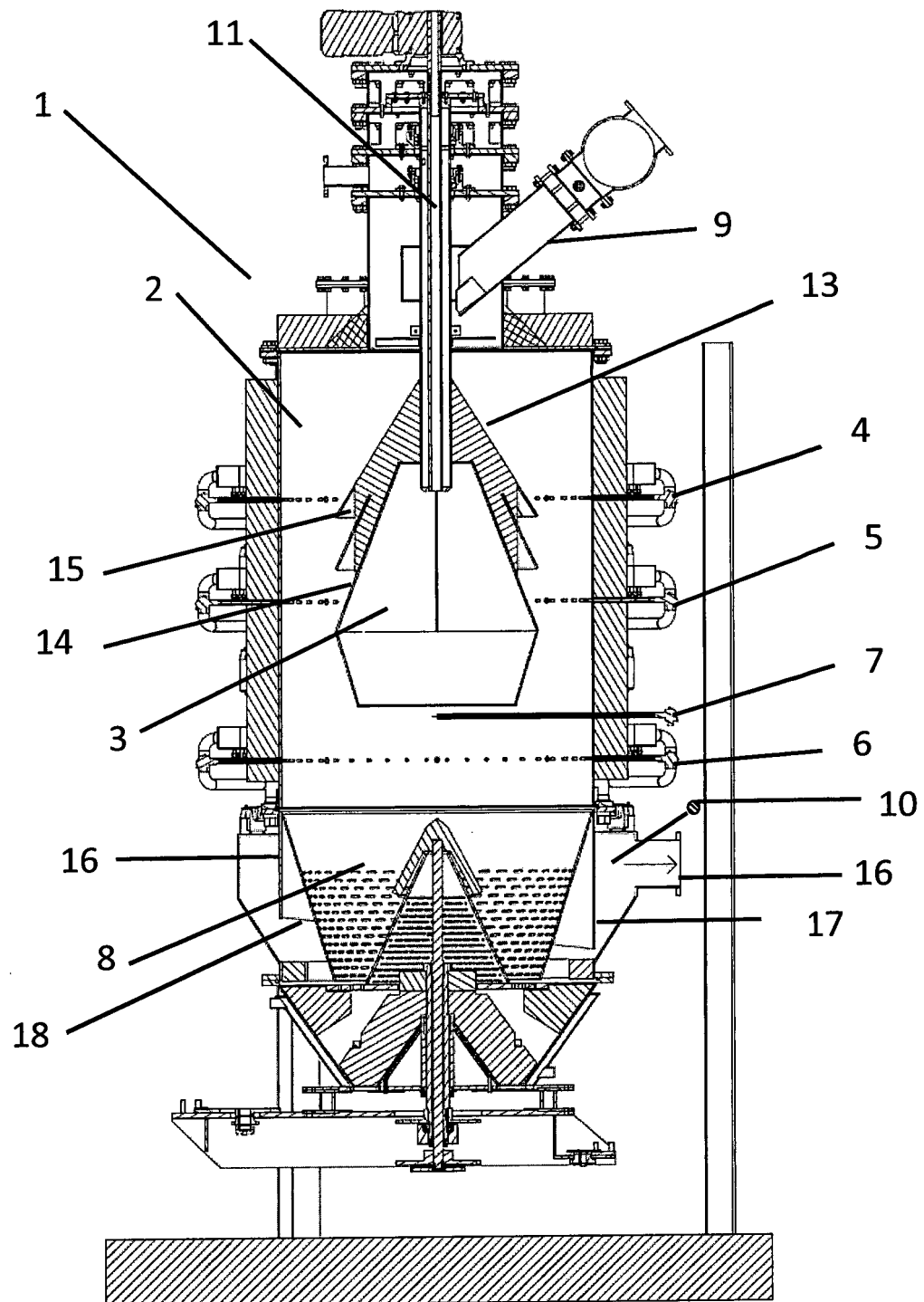


Fig. 1

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

- EP 1865046 A1 [0004] [0005]
- DE 102010033646 A1 [0006]