

(43) Veröffentlichungstag:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(51) Int Cl.:
C10J 3/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12167075.6**

(22) Anmeldetag: 19.03.2010

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: 19.03.2009 AT 4442009

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
10450045.9 / 2 251 399

(71) Anmelder: **Biomassekraftwerk Betriebs GmbH & Co KG**
7561 Heiligenkreuz im Lafnitztal (AT)

(72) Erfinder: **Bosch, Klaus**
7400 Oberwart (AT)

(74) Vertreter: **Sonn & Partner Patentanwälte**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 08-05-2012 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung eines Gases

(57) Die vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungs- und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches kontinuierlich in erhitztem Zustand von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und von der Vergasungszone im abgekühlten Zustand zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über einen Abscheider in die zirkulierende Wirbelschicht der Vergasungszone rückgeführt wird, wobei das in der Verbrennungszone gebildete und aus dem Abscheider gewonnene Rauchgas einem Feststoffabscheider zugeführt wird, um im Rauchgas verbliebenes Bettmaterial abzuscheiden, welches direkt und/oder über ein Bettmaterial enthaltendes Behältnis in die Verbrennungszone rückgeführt wird und/oder dem Brennstoff vor Einbringung in die Vergasungszone ein Katalysator zugesetzt und/oder in die Verga-

sungszone und/oder Verbrennungszone ein Katalysator eingebracht wird.

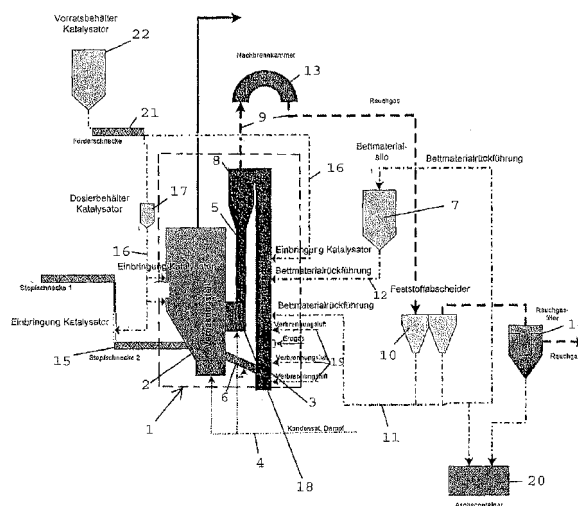


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Es ist bekannt, Brennstoffe bei Temperaturen von etwa 800°C durch Einwirkung einer gesteuerten Luftmenge und gegebenenfalls Wasserdampf zu vergasen.

[0003] In der AT 405 937 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem zur Erzeugung eines stickstoffarmen bzw. nahezu stickstofffreien Gases durch Vergasung heterogener, biogener Brennstoffe und Kunststoffe zuerst der zu vergasende Brennstoff unter Luftabschluss mit dem heißen Bettmaterial einer Wirbelbettverbrennung in Kontakt gebracht und dadurch in Anwesenheit von Wasserdampf und/oder CO₂ zumindest teilweise entgast wird. Der entstehende Restbrennstoff wird einem Wirbelbett mit zirkulierendem Bettmaterial zugeführt und hierbei verbrannt, wodurch das Bettmaterial erhitzt wird und nach seiner Abtrennung vom Abgas wieder in den Vorraum zurückgeführt wird. Die Vergasungsanlage zur Durchführung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass sie in einem Gehäuse einer intern zirkulierenden Wirbelschicht gebildet ist, wobei der Vorraum für die Rückführung des heißen Bettmaterials verwendet wird und als Vergasungsraum ausgebildet ist, während das eigentliche Wirbelbett als Verbrennungszone ausgebildet ist, wobei für die Einbindung des Bettmaterials in das Wirbelbett als auch bei der Rückführung des heißen Bettmaterials in den Vorraum schleusenartige Vorrichtungen vorgesehen sind. Insbesondere ist das Bettmaterial Sand vermischt mit katalytisch wirkenden Nickel- und/oder Niobverbindungen, sodass dadurch die Vergasungstemperatur gesenkt und die Gaszusammensetzung insbesondere in Richtung Verminderung des CH₄-Gehalts geregelt wird.

[0004] Insbesondere weist das in AT 405 937 B beschriebene Verfahren den Nachteil auf, dass die sich automatisch einstellenden Temperaturen im Vergasungs- und Verbrennungsteil praktisch nicht beeinflusst werden können. Für die Praxis bedeutet dies, dass das Verfahren nahezu unbrauchbar ist, da die Temperatur in der Vergasung für die Gasqualität und insbesondere für den Teergehalt des Produktgases entscheidend ist. Die Möglichkeit der Regelung der Temperatur auf einen gewünschten Wert ist daher unbedingt erforderlich.

[0005] In einem ersten Schritt zur Behebung dieses Mangels wurde bei bisher realisierten Anlagen der eingangs angegebenen Art die Rückführung von erzeugtem Produktgas zur Verbrennung in den Verbrennungsteil vorgesehen. Dies führt jedoch zu Wirkungsgradeinbußen im Vergleich zur direkten Verwendung des festen Brennstoffes, da bereits die Erzeugung des Produktgases mit Energieverlusten verbunden ist. Weiters ergibt sich bei den bestehenden Anlagen das Problem, dass nur wenig bis gar kein Restbrennstoff - insbesondere bei

Verwendung von Biomasse - in die Verbrennungszone übergeführt werden kann, da der Restbrennstoff im stationären Wirbelbett der Vergasungszone des Standes der Technik aufgrund seiner vergleichsweise geringen Dichte auf der Oberfläche der Wirbelschicht sozusagen aufschwamm und somit die am Boden der Wirbelschicht vorgesehene Verbindung zwischen Vergasungszone und Verbrennungszone gar nicht erreichen konnte.

[0006] Bei der Vergasung von heterogenen, biogenen Brennstoffen bzw. Kunststoffen auf Basis der Wirbelschichttechnologie wird in einem internen Kreislauf das Bettmaterial zwischen einer Verbrennungszone und einer Vergasungszone zirkuliert, wobei ein Teil des Brennstoffes in der Verbrennungszone verbrannt und somit das Bettmaterial erhitzt wird. Wie in der österreichischen Patentanmeldung A 1106/2008 beschrieben gelangt das erhitzte Bettmaterial über einen Abscheider (z.B. Zyklon) und gegebenenfalls einen Siphon in die Vergasungszone. Damit wird der endotherme Vergasungsprozess angetrieben und das Bettmaterial wird entsprechend der zugeführten Brennstoffmenge abgekühlt. Das abgekühlte Bettmaterial gelangt über eine Verbindungsrinne mit einem noch nicht umgesetzten Teil des Brennstoffes wieder in den Verbrennungsteil und wird dort wieder entsprechend aufgeheizt. Mit diesem Kreislauf ist es möglich den endothermen Vergasungsprozess aufrecht zu erhalten. Im Verbrennungsteil kann sich ein Abscheider in Form eines Zyklons befinden, der grundsätzlich das Bettmaterial vom Rauchgas trennt. Da der Abscheidergrad beispielsweise eines Zyklons beschränkt ist, geht ein Teil des Bettmaterials über den Rauchgasweg verloren. Dieser Verlust muss mit der Zugabe von zusätzlichem Bettmaterial kompensiert werden, was die Effizienz einer Vergasungsanlage reduziert.

[0007] Bei der Vergasung von heterogenen, biogenen Brennstoffen bzw. Kunststoffen auf Basis der Wirbelschichttechnologie werden als Wirbelschichtmedien (Bettmaterialien) verschiedenste Feststoffe verwendet. Als Bettmaterialien können beispielsweise Sande oder vorzugsweise Kalzit, Dolomit oder Olivin oder Mischungen davon verwendet werden. Weiters können auch diverse künstlich hergestellte Materialien aus z.B. Nickel und/oder Zirkonverbindungen eingesetzt werden. Dabei wird der Brennstoff in bzw. über dem Wirbelbett aufgegeben und unter stöchiometrischen Bedingungen nur teilweise thermisch umgesetzt. Das erzeugte Produktgas besteht aus diversen Komponenten, wobei die höheren Kohlenwasserstoffverbindungen (kurz als Teere bezeichnet) die größten verfahrenstechnischen Schwierigkeiten bei der energetischen Umsetzung des Brennstoffgases verursachen.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, bei dem/der die oben angeführten Nachteile überwunden werden können.

[0009] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder

Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungs- und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches kontinuierlich in erhitztem Zustand von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und von der Vergasungszone im abgekühlten Zustand zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über einen Abscheider in die zirkulierende Wirbelschicht der Vergasungszone rückgeführt wird, wobei das in der Verbrennungszone gebildete und aus dem Abscheider gewonnene Rauchgas einem Feststoffabscheider zugeführt wird, um im Rauchgas verbliebenes Bettmaterial abzuscheiden, welches direkt und/oder über ein Bettmaterial enthaltendes Behältnis in die Verbrennungszone rückgeführt wird.

[0010] Wie eingangs beschrieben werden bei herkömmlichen Verfahren die in der Verbrennungszone anfallenden festen Bestandteile des Rauchgases, welche insbesondere Bettmaterial umfassen, über einen Abscheider, wie beispielsweise einen Zyklon, aus dem Rauchgas zumindest teilweise entfernt. Um die Effizienz der Abtrennung der festen Bestandteile aus dem Rauchgas zu erhöhen, wird erfindungsgemäß mindestens ein weiterer Feststoffabscheider eingesetzt, der die festen Bestandteile der aus dem Reaktor austretenden Rauchgase im Wesentlichen zur Gänze von der Gasphase trennt. Eventuell noch im Rauchgas vorhandene Feinstpartikel können über einen Rauchgasfilter entfernt werden.

[0011] Durch das Vorsehen zumindest einer weiteren Abscheidevorrichtung wird es erstmals ermöglicht im Rauchgas befindliches Bettmaterial effizient aus dem Rauchgas abzuscheiden. Das in der mindestens einen weiteren Abscheidevorrichtung anfallende Bettmaterial wird anschließend direkt in die Verbrennungszone rückgeführt. Alternativ dazu kann das abgeschiedene Bettmaterial in einem Behältnis gesammelt und gegebenenfalls mit "frischem" Bettmaterial vermengt werden, um anschließend wiederum in die Verbrennungszone rückgeführt werden zu können. Durch eine konstante Rückführung des Bettmaterials in den Verbrennungsbereich des Reaktors kann sich eine katalytische Aktivität des Bettmaterials durch die entsprechende chemische Veränderung der Struktur des Bettmaterials aufbauen und mit entsprechender Umlaufrate zwischen dem reduzierenden und dem oxidierenden Reaktorteil verbessern. Als katalytisch aktives Bettmaterial eignen sich beispielsweise Ca_2SiO_4 (Larnit), MgO (Periklas), SiO_2 (Quarz),

CaCO_3 (Calcit), Mg_2SiO_4 (Forsterit), Fe_3O_4 (Magnetit), Al_2O_3 (Korund), $\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$ (Merwinitt), CaMgSiO_4 (Monticellit), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (β -Tri-calc.ph.) oder Mischungen davon.

[0012] Die katalytische Aktivierung des Bettmaterials unter den oben angeführten Bedingungen läuft in einem Temperaturbereich von ca. 700 bis 950° C ab. Durch die katalytische Aktivierung des Bettmaterials ist es möglich die Teerkonzentration im Produktgas von bis zu > 8 g/Nm³ auf bis zu < 0,5 g/Nm³ zu reduzieren. Durch die geringere Teerkonzentration auf Grund des katalytisch aktiven Bettmaterials ist es möglich die nachgeschalteten verfahrenstechnischen Einrichtungen, wie z.B. Holzgaskühlung, Holzgasfiltration und Holzgaswäsche, in einem stabilen und störungsfreien Betrieb zu halten und die entsprechende Qualität für die verschiedensten Arbeitsmaschinen, wie Gasmotor, Gasturbine sowie Brennstoffzelle, zur Verfügung zu stellen.

[0013] Das bei der Verbrennung entstehende Rauchgas umfasst neben Bettmaterial auch für die Umwelt schädliche Substanzen, die insbesondere aufgrund unvollständiger Verbrennung des Brennstoffs entstehen können. Diese Substanzen werden vorzugsweise in einer Nachbrennkammer nachverbrannt bevor das Rauchgas zum Feststoffabscheider gelangt.

[0014] Im Rauchgas befindliche Feinstpartikel und sonstige umweltschädliche Gas und Substanzen können durch einen Filter (d.h. Rauchgasfilter) entfernt werden.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Brennstoff vor dem Einbringen in die Vergasungszone mit mindestens einem Katalysator versehen. Der mindestens eine Katalysator kann jedoch auch direkt in die Vergasungszone und/oder Verbrennungszone eingebracht werden. Durch den Einsatz von Katalysatoren (katalytischen Materialien) kann die Produktgaszusammensetzung optimiert werden, so dass der Teergehalt erniedrigt und der Brennwert erhöht wird.

[0016] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungszone und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein durch Einströmen von Fluidisierungsgas über Zuleitungen fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches in erhitztem Zustand über eine Leitung kontinuierlich von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und im abgekühlten Zustand über eine Leitung von der Vergasungszone zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff über eine Leitung in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial über die Leitung in die

Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über eine Leitung, der ein Abscheider vorgelagert ist, in die zirkulierende Wirbelschicht in die Vergasungszone rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Abscheider eine Leitung zu einem Feststoffabscheider angeordnet ist, in der in der Verbrennungszone gebildetes und aus dem Abscheider gewonnenes Rauchgas dem Feststoffabscheider zugeführt wird, wobei der Feststoffabscheider über eine Leitung mit der Verbrennungszone direkt und/oder über ein Bettmaterial enthaltendes Behältnis verbunden ist.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nach dem Abscheider und vor dem Feststoffabscheider eine Nachbrennkammer angeordnet.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Patentanmeldung ist nach dem Feststoffabscheider ein Rauchgasfilter angeordnet.

[0019] Der Abscheider und/oder der Feststoffabscheider ist vorzugsweise ein Fliehkraftabscheider.

[0020] Im Bodenbereich der Vergasungszone des Reaktors in Umgebung der Brennstoffzufuhr und/oder in Umgebung bzw. in der Leitung von der Vergasungszone in die Verbrennungszone sind vorzugsweise zusätzlich Einlassdüsen für Fluidisierungsgas zur Vorsehung eines Wanderbettes vorgesehen.

[0021] Günstig ist dabei, wenn die zirkulierende Wirbelschicht in der Vergasungszone des Reaktors durch geeignete Einbauten, wie beispielsweise Leitbleche, vorgesehen wird. Diese Ausführungsform ist leicht zu bewerkstelligen, auch können bestehende Anlagen dadurch leicht auf das erfindungsgemäße Verfahren umgerüstet werden.

[0022] Weiters ist günstig, wenn im Bodenbereich der Vergasungszone des Reaktors in Umgebung der Brennstoffzufuhr und/oder in Umgebung bzw. in der Leitung von der Vergasungszone in die Verbrennungszone zusätzliche Einlassdüsen für Fluidisierungsgas zur Vorsehung des Wanderbettes vorgesehen sind. Die ausreichende Zirkulation des Bettmaterials ist wesentlicher Bestandteil für die Funktionalität des Verfahrens. Die Überführung des Bettmaterials von der Vergasungszone in die Verbrennungszone erfolgt in der Praxis häufig über eine schräg gestellte fluidisierte Rutsche (hier ist der Neigungswinkel der Rutsche entscheidend), diese ist häufig eine Schwachstelle hinsichtlich Materialfluss aber auch Leckage an Luft in die Vergasungszone, die weitgehend vermieden werden muss. Durch geeignete Gestaltung der Einlassdüsen, indem der Impuls des einströmenden Gases die Feststoffströmung von der Vergaserzone in die Verbrennungszone aktiv unterstützt und der Leckage entgegenwirkt, können beide Anforderungen deutlich besser erfüllt werden.

[0023] Erfindungsgemäß wird auch eine Vorrichtung vorgesehen, worin die Vergasungszone des Reaktors austrittsseitig Vorrichtungen zur Abtrennung von in der

Vergasungszone gebildetem Staub aufweist, wobei der abgeschiedene Staub über eine Leiteinrichtung im Inneren der Vergasungszone in die zirkulierende Wirbelschicht bzw. in das Wanderbett verbracht wird. Auch hier gelten für die spezielle Ausgestaltung der Vorrichtung die gleichen Vorteile wie für das entsprechende erfindungsgemäße Verfahren.

[0024] Wie bereits erwähnt ist es auch günstig, wenn die Vorrichtungen zur Abtrennung von in der Vergasungszone gebildeten Staub ausgewählt sind aus der Gruppe umfassend filternde Abscheider, Fliehkraftabscheider und Kombinationen hiervon, und wenn als filternde Abscheider metallische oder keramische Kerzenfilter verwendet werden, welche gegebenenfalls mit für die Teerspaltung katalytisch aktiven Materialien bestückt sind. Die internen Abscheider können wie gesagt unterschiedlich ausgeführt werden und können beispielsweise auf Fliehkraftbasis (z.B. Zyklone) arbeiten oder als filternde Abscheider ausgeführt sein (z.B. metallische oder keramische Kerzenfilter). Bei den filternden Abscheidern bietet sich an, für die Teerspaltung katalytisch aktive Materialien einzusetzen, was bei geeigneten Temperaturen eine deutliche Teerreduktion ermöglicht. Damit wäre eine kombinierte Partikel- und Teerabscheidung möglich und es können nachgeschaltete Einrichtungen vermieden und auch das Produktgas problemlos abgekühlt werden ohne eine Teerkondensation befürchten zu müssen.

[0025] Als Bettmaterial können Sand oder katalytisch wirkende natürliche Materialien, vorzugsweise Kalzit, Dolomit oder Olivin oder Mischungen davon verwendet werden. Weiters kommen auch Nickel- und/oder Zirkonverbindungen in Frage.

[0026] Ein noch weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungs- und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches kontinuierlich in erhitztem Zustand von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und von der Vergasungszone im abgekühlten Zustand zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und in die zirkulierende Wirbelschicht der Vergasungszone rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Brennstoff vor Einbringung in die Vergasungszone ein Katalysator zugesetzt und/oder in die Vergasungszone und/oder

Verbrennungszone ein Katalysator eingebracht wird.

[0027] Um die Qualität des Produktgases zu optimieren, insbesondere um den Teergehalt im Produktgas zu reduzieren, ist es von Vorteil Katalysatoren in den Reaktor einzubringen. Dabei kann der Katalysator dem Brennstoff direkt zugegeben oder, gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform, in die Vergasungszone und/oder Verbrennungszone eingebracht werden, wobei sich die Mengen an katalytischem Material in Abhängigkeit der zugeführten Brennstoffmengen und der entsprechenden Produktgaszusammensetzung und Qualität einstellen lassen. Durch eine gegebenenfalls vorgesehene Regelungsautomatik der Menge an einzubringendem katalytischen Material kann aktiv die Produktgasqualität, insbesondere dessen Teergehalt und dessen Brennwert, verändert werden, um eine optimale Anlagenperformance der nachgeschalteten Anlagenkomponenten zu erreichen. Dadurch ist es möglich die Leistung der nachgeschalteten Arbeitsmaschinen zu optimieren.

[0028] Die direkte Einbringung von Katalysatoren in den Wirbelschicht-Dampfvergaser ermöglicht erstmalig die Regelung der gewünschten Produktgasqualität bzw. Produktgaszusammensetzung zur leichteren und optimierten weiteren Verarbeitung in einer Arbeitsmaschine bzw. zur Umwandlung zu reinem Methan in einer so genannten Methanierungsanlage.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst der mindestens eine Katalysator ein Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Branntkalk CaO , Calciumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Kalksteinmehl CaCO_3 , Nickeloxid NiO , Fayalite Fe_2SiO_4 , Forsterit Mg_2SiO_4 , Eisen (III)-oxid Fe_2O_3 und Kombinationen davon.

[0030] Der Katalysator wird in die Anlage vorzugsweise in fester Form eingebracht. Selbstverständlich ist es auch möglich den Katalysator in Form einer Suspension einzubringen.

[0031] Um die Menge an Katalysator zu steuern wird der Katalysator vorzugsweise über eine Dosierungsvorrichtung eingebracht. Die Dosierungsvorrichtung kann manuell oder automatisch gesteuert werden. Bei einer automatischen Steuerung ist es von Vorteil, die Zusammensetzung des Produktgases zu analysieren, um anschließend die Menge an zugesetztem Katalysator zu bestimmen.

[0032] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungszone und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein durch Einstromen von Fluidisierungsgas über Zuleitungen fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches in erhitztem Zustand über eine Leitung kontinuierlich von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und im abgekühlten Zustand über eine Leitung von der Vergasungszone zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff über eine

Leitung in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial über die Leitung in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über eine Leitung in die zirkulierende Wirbelschicht in die Vergasungszone rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Vergasungszone und/oder an der Verbrennungszone und/oder an oder vor der Leitung zum Einbringen des Brennstoffs in die Vergasungszone zumindest eine Zuleitung zum Zuführen eines Katalysators angeordnet ist.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die zumindest eine Zuleitung an einer Dosierungsvorrichtung angeordnet.

[0034] Die oben angeführten Vorrichtungen und Verfahren der einzelnen Erfindungsaspekte sind selbstverständlich untereinander kombinierbar.

[0035] Vorteilhafterweise ist die vorliegende Erfindung wie folgt definiert:

Definitionen:

Definition 1. Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungs- und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches kontinuierlich in erhitztem Zustand von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und von der Vergasungszone im abgekühlten Zustand zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über einen Abscheider in die zirkulierende Wirbelschicht der Vergasungszone rückgeführt wird, wobei das in der Verbrennungszone gebildete und aus dem Abscheider gewonnene Rauchgas einem Feststoffabscheider zugeführt wird, um im Rauchgas verbliebenes Bettmaterial abzuschcheiden, welches direkt

und/oder über ein Bettmaterial enthaltendes Behältnis in die Verbrennungszone rückgeführt wird.

Definition 2. Verfahren nach Definition 1, wobei das aus dem Abscheider gewonnene Rauchgas über eine Nachbrennkammer einem Feststoffabscheider zugeführt wird.

Definition 3. Verfahren nach Definition 1 oder 2, wobei das Rauchgas nach dem Feststoffabscheider einem Filter zugeführt wird.

Definition 4. Verfahren nach einem der Definitionen 1 bis 3, wobei der Brennstoff vor dem Einbringen in die Vergasungszone mit mindestens einem Katalysator versehen wird.

Definition 5. Verfahren nach einem der Definitionen 1 bis 4, wobei in die Vergasungszone und/oder Verbrennungszone mindestens ein Katalysator eingebracht wird.

Definition 6. Vorrichtung zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor (1) umfassend eine Vergasungszone (2) und eine Verbrennungszone (3), wobei der Reaktor (1) ein durch Einströmen von Fluidisierungsgas über Zuleitungen (4) fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches in erhitztem Zustand über eine Leitung (5) kontinuierlich von der Verbrennungszone (3) in die Vergasungszone (2) und im abgekühlten Zustand über eine Leitung (6) von der Vergasungszone (2) zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone (3) geführt wird, wobei der Brennstoff über eine Leitung (6) in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone (2) eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone (2) bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial über die Leitung (6) in die Verbrennungszone (3) verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über eine Leitung (5), der ein Abscheider (8) vorgelagert ist, in die zirkulierende Wirbelschicht in die Vergasungszone (1) rückgeführt wird, wobei am Abscheider (8) eine Leitung (9) zu einem Feststoffabscheider (10) angeordnet ist, in der in der Verbrennungszone (3) gebildetes und aus dem Abscheider (8) gewonnenes Rauchgas dem Feststoffabscheider

(10) zugeführt wird, wobei der Feststoffabscheider (10) über eine Leitung (11, 12) mit der Verbrennungszone (3) direkt und/oder über ein Bettmaterial enthaltendes Behältnis (7) verbunden ist.

Definition 7. Vorrichtung nach Definition 6, wobei nach dem Abscheider (8) und vor dem Feststoffabscheider (10) eine Nachbrennkammer (13) angeordnet ist.

Definition 8. Vorrichtung nach Definition 6 oder 7, wobei nach dem Feststoffabscheider (10) ein Rauchgasfilter (14) angeordnet ist.

Definition 9. Vorrichtung nach einem der Definitionen 6 bis 8, wobei der Abscheider (8) und/oder der Feststoffabscheider (10) ein Fliehkraftabscheider ist.

Definition 10. Vorrichtung nach einem der Definitionen 6 bis 9, wobei im Bodenbereich der Vergasungszone (2) des Reaktors in Umgebung der Brennstoffzufuhr (15) und/oder in Umgebung bzw. in der Leitung (5) von der Vergasungszone (2) in die Verbrennungszone (3) zusätzlich Einlassdüsen für Fluidisierungsgas zur Vorsehung eines Wanderbettes vorgesehen sind.

[0036] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Die gezeigte schematische Ausführungsform ist dabei als Beispiel zu verstehen und soll die Erfindung in keiner Weise einschränken.

[0037] Fig. 1 zeigt ein Fließdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0038] Der Vergasungsreaktor 1 gemäß Fig. 1 besteht aus einer zirkulierenden Wirbelschicht im Vergasungsbereich, einem Wanderbett, in welches hier der Brennstoff eingebracht wird, einer Verbindungsleitung 6 (hier als Verbindungsrutsche ausgeführt) zwischen Vergasungszone 2 und der als schnelle Wirbelschicht ausgebildeten Verbrennungszone 3 und einer weiteren Verbindungsleitung 5 mit Zyklon 8 und Syphon 18 zur Rückführung von erhitztem Bettmaterial in die Vergasungszone 2. Die Brennstoffzufuhr 15 erfolgt in die Vergasungszone 2, wobei sich durch geeignete Fluidisierung der Brennstoffeintrag in die Verbindungsrutsche 6 einstellen lässt. Bei Steigerung der Fluidisierung über Einströmeinrichtungen 4 gelangt mehr Brennstoff in die darüber angeordnete zirkulierende Wirbelschicht, bei Absenkung der Fluidisierung über die Einströmeinrichtungen 4 geht ein größerer Anteil an Brennstoff direkt in die Verbindungsrutsche 6 und damit in die Verbrennungszone 3.

[0039] Die Fluidisierung der Vergasungswirbelschicht ist unterteilt und kann daher unterschiedlich eingestellt werden. Durch höhere Fluidisierung über Einströmein-

richtungen im linken Teil des unteren Bereiches der Vergasungszone 2 und geringere Fluidisierung über Einströmeinrichtungen im rechten Teil stellt sich eine Zirkulation des Bettmaterials im Uhrzeigersinn ein. Durch diese Bettmaterialzirkulation werden zum Aufschwimmen neigende Partikel nach unten mitgenommen und können so über die Verbindungsrutsche 6 und weiter in die Verbrennungszone 3 transportiert werden. Zur Unterstützung der Zirkulation in der Vergasungszone 2 können auch Einbauten (z.B. Leitbleche) angebracht werden. Über Einströmeinrichtungen 4 erfolgt eine Fluidisierung in der Verbindungsrutsche 6, über Einströmeinrichtungen 19 wird die schnelle Wirbelschicht in der Verbrennungszone 3 vorgesehen und für die Rückführleitung 5 mit Syphon 18 kann die Gaszufuhr unabhängig voneinander so eingestellt werden, dass sich der gewünschte Umlauf an Bettmaterial zwischen Vergasungszone 2 und Verbrennungszone 3 ergibt.

[0040] Im oberen Bereich der Vergasungszone 2 des Vergasungsreaktors kann ein Partikelabscheider vorgesehen sein, z.B. ein Kerzenfilter mit Pulsabreinigung. Durch diesen Partikelabscheider kann auch bei höheren Feinanteilen im Brennstoff ein staubfreies und teearmes Rohgas erreicht werden. Die abgeschiedenen Partikel können über eine Sammelleitung direkt in die Verbindungsrutsche 6 eingeleitet und so in die Verbrennungszone 3 transferiert werden. Damit wird eine unerwünschte Anreicherung von feinen Aschepartikeln in der Vergasungszone 2 verhindert. In der Verbrennungszone 3 werden die feinen Partikel ausgebrannt und verlassen den Reaktor über den Zyklon 8 der Verbrennungszone als Flugasche.

[0041] Das in der Verbrennungszone 3 anfallende Rauchgas wird über einen Zyklon 8 und über eine Nachbrennkammer 13 zu einem Feststoffabscheider 10 geleitet. Der Feststoffabscheider, aus dem im Rauchgas vorhandenes Bettmaterial abgeschieden wird, ist über eine Leitung 11 mit der Verbrennungszone 3 und/oder einem Bettmaterialbehälter 7 und einem Aschenbehälter 20 verbunden. Das aus dem Feststoffabscheider 10 austretende Rauchgas wird durch einen Rauchgasfilter 14 gereinigt.

[0042] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist des weiteren Zulaufleitungen 16 auf, mit deren Hilfe Katalysatoren bzw. katalytische Materialien in die Vergasungszone 2 und/oder Verbrennungszone 3 eingebracht werden können. Diese Zulaufleitungen 16 können mit einem Dosierbehälter 17 verbunden sein, der die Menge des einzutragenden Katalysators steuert. Zudem können die Zulaufleitungen 16 über eine Förderschnecke 21 mit einem Vorratsbehälter 22 zur Lagerung des Katalysators verbunden sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen

Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor umfassend eine Vergasungs- und eine Verbrennungszone, wobei der Reaktor ein fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches kontinuierlich in erhitztem Zustand von der Verbrennungszone in die Vergasungszone und von der Vergasungszone im abgekühlten Zustand zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone geführt wird, wobei der Brennstoff in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulierenden Wirbelschicht der Vergasungszone bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial in die Verbrennungszone verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und in die zirkulierende Wirbelschicht der Vergasungszone rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Brennstoff vor Einbringung in die Vergasungszone ein Katalysator zugesetzt und/oder in die Vergasungszone und/oder Verbrennungszone ein Katalysator eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Katalysator ein Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Branntkalk CaO , Calciumhydroxid Ca(OH)_2 , Kalksteinmehl CaCO_3 , Nickeloxid NiO , Fayalite Fe_2SiO_4 , Forsterit Mg_2SiO_4 , Eisen(III)-oxid Fe_2O_3 und Kombinationen davon umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Katalysator in fester Form eingebracht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Katalysator über eine Dosierungsvorrichtung eingebracht wird.
5. Vorrichtung zur Erzeugung eines Gases durch Vergasung von Brennstoffen, insbesondere biogenen Brennstoffen und/oder Kunststoffen, in einem Reaktor (1) umfassend eine Vergasungszone (2) und eine Verbrennungszone (3), wobei der Reaktor (1) ein durch Einströmen von Fluidisierungsgas über Zuleitungen (4) fluidisiertes Bettmaterial aufweist, welches in erhitztem Zustand über eine Leitung (5) kontinuierlich von der Verbrennungszone (3) in die Vergasungszone (2) und im abgekühlten Zustand über eine Leitung (6) von der Vergasungszone (2) zusammen mit nicht vergastem Restbrennstoff zurück in die Verbrennungszone (3) geführt wird, wobei der Brennstoff über eine Leitung (6) in die als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildete Vergasungszone (2) eingebracht wird, der Brennstoff in der zirkulie-

renden Wirbelschicht der Vergasungszone (2) bei Luftabschluss unter Bildung eines Produktgases zumindest teilweise ent- bzw. vergast wird und der verbliebene bzw. nicht umgesetzte Restbrennstoff zusammen mit dem abgekühlten Bettmaterial über die Leitung (6) in die Verbrennungszone (3) verbracht wird, wo das Bettmaterial unter Bildung eines schnellen Wirbelbettes fluidisiert, durch Verbrennung des Restbrennstoffes wieder erhitzt und über eine Leitung (5) in die zirkulierende Wirbelschicht in die Vergasungszone (1) rückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Vergasungszone (2) und/oder an der Verbrennungszone (3) und/oder an oder vor der Leitung (6) zum Einbringen des Brennstoffs in die Vergasungszone (2) zumindest eine Zuleitung (16) zum Zuführen eines Katalysators angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Zuleitung (16) an einer Dosierungsvorrichtung (17) angeordnet ist.

25

30

35

40

45

50

55

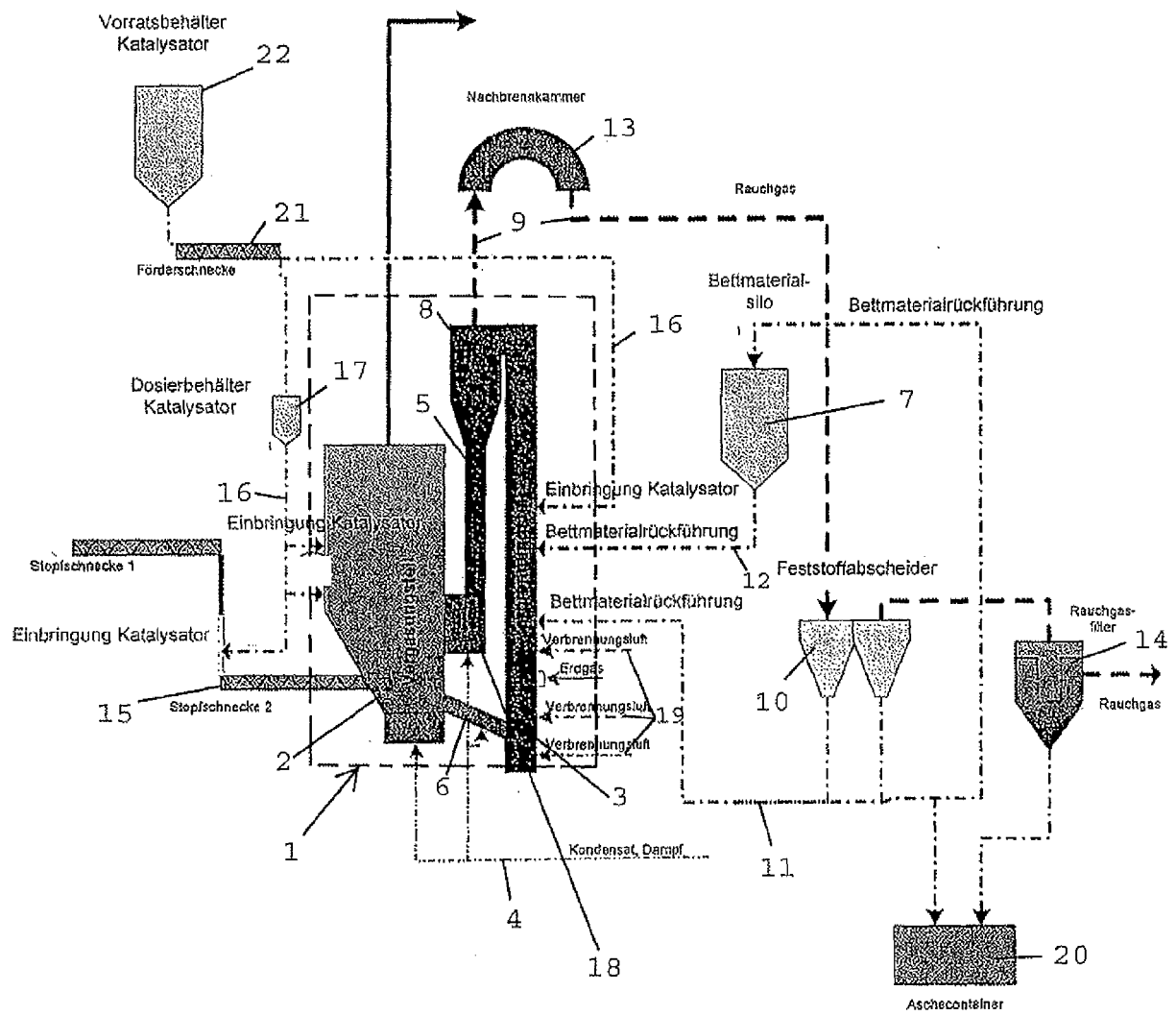


Fig. 1

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

- AT 405937 [0003]
- AT 405937 B [0004]
- AT A11062008 [0006]