

①9



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①1

Veröffentlichungsnummer:

**0 247 504
B1**

①2

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④5 Veröffentlichungstag der Patentschrift:
03.10.90

⑤1 Int. Cl.⁵: **C10J 3/54**

②1 Anmeldenummer: **87107304.5**

②2 Anmeldetag: **19.05.87**

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenen Gasen aus festen Brennstoffen.

③0 Priorität: **27.05.86 DE 3617802**

④3 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.87 Patentblatt 87/49

④5 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.10.90 Patentblatt 90/40

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GR SE

⑤6 Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 173 782
FR-A- 2 277 141
SE-A- 8 206 888
US-A- 3 840 353**

⑦3 Patentinhaber: **RHEINBRAUN Aktiengesellschaft,
Stüttgenweg 2, D-5000 Köln 41(DE)**

⑦2 Erfinder: **Lambertz, Johannes, Dr. Ing. Dipl.-Ing.,
Jägerring 22, D-5014 Kerpen(DE)
Erfinder: Adlhoch, Wolfgang, Dr. Ing. Dipl.-Ing.,
Schillerstrasse 45, D-5357 Swisttal(DE)
Erfinder: Mittelstädt, Alfred Gustav, Dipl.-Ing.,
Eifelstrasse 13, Hürth-Berrenrath(DE)
Erfinder: Hermann, Wolfgang, Kerpener Strasse 18,
D-5042 Erftstadt-Gymnich(DE)**

⑦4 Vertreter: **Koepsell, Helmut, Dipl.-Ing., Mittelstrasse 7,
D-5000 Köln 1(DE)**

EP 0 247 504 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenden Gasen aus festen Brennstoffen bei erhöhtem Druck in einem Wirbelbett unter Verwendung von Vergasungsmitteln, wobei sich unterhalb des Wirbelbetts ggf. ein Festbett aus festen Vergasungsrückständen befindet, aus welchem die festen Vergasungsrückstände abgezogen werden, und oberhalb des Wirbelbetts ein Nachvergasungsraum angeordnet ist und das erzeugte Synthesegas aus dem Nachvergasungsraum abgezogen und durch einen Abscheider geleitet wird, in welchem wenigstens ein Teil der mitgeführten Feststoffteilchen abgeschieden und über eine Rückführleitung in das Wirbelbett zurückgeführt wird, während das Synthesegas in zumindest vorgereinigtem Zustand den Abscheider verläßt.

Zur Durchführung dieses Verfahrens wird im allgemeinen ein Vergasungsreaktor benutzt, der einen unteren, konischen Teil aufweist, in welchem der zu vergasende Brennstoff durch das Vergasungsmittel aufgewirbelt wird. Das so entstehende Wirbelbett, innerhalb dessen sich die Brennstoffteilchen in ständiger Bewegung befinden, hat eine untere und eine obere Grenze, die normalerweise nicht scharf ausgebildet sind. Die untere Grenze wird durch das Festbett gebildet, das aus feineren und gröberen, ggf. zusammengesinterten festen Vergasungsrückständen besteht. Am unteren Ende des Festbettes wird die Achse aus dem Reaktor abgezogen.

Aus der stark bewegten oberen Begrenzungsfläche des Wirbelbetts treten zusammen mit dem innerhalb des Wirbelbetts erzeugten Gas und ggf. überschüssigen Vergasungsmitteln Brennstoffteilchen aus. Diese Teilchen gelangen in einen den konischen, unteren Teil des Reaktors nach oben hin verlängernden, im allgemeinen zylindrischen Teil, innerhalb dessen sich die Nachvergasungszone befindet. In diese werden ebenfalls Vergasungsmittel eingeführt, um die aus dem Wirbelbett herausgerissenen Brennstoffteilchen noch möglichst weitgehend zu vergasen. Auch in der Nachvergasungszone befinden sich die Brennstoffteilchen und das erzeugte Gas in heftiger Bewegung, ohne daß jedoch alle Teilchen in das Wirbelbett zurücksinken. Vielmehr wird ein großer Anteil der Teilchen zusammen mit dem Produktgas am oberen Ende des Reaktors aus diesem ausgetragen. Diese Teilchen müssen in Abscheidern, die normalerweise als Zyklone ausgebildet sind, aus dem Produktgas abgeschieden werden.

Die im Zyklon abgeschiedenen Feststoffteilchen enthalten noch soviel Kohlenstoff, daß sich deren Rückführung in den Reaktor lohnt. Bei vermehrter Zufuhr von Vergasungsmitteln in das Wirbelbett kann sogar ein Betriebszustand erreicht werden, der als "zirkulierende Wirbelschicht" bezeichnet wird. Dabei kommt es nicht mehr zur Ausbildung einer oberen Begrenzung des Wirbelbettes. Vielmehr wird soviel Vergasungsmittel zugeführt, daß die überwiegende Menge der Brennstoffteilchen in den Nachvergasungsraum und von da aus in den Ab-

scheider gelangt und somit ohnehin zurückgeführt werden muß, wenn ein ausreichender Vergasungsgrad erzielt werden soll.

Die Rückführleitung, durch die die im Zyklon abgeschiedenen Feststoffteilchen wieder in den Reaktor zurückgeführt werden, erstreckt sich zwischen dem Zyklon, und zwar im allgemeinen zwischen dem unteren Teil desselben, und dem Reaktor, wobei normalerweise die Anordnung so getroffen ist, daß die Rückführleitung im Bereich des Wirbelbetts, also im unteren Bereich des Reaktors in diesen mündet. Zur Überbrückung des horizontalen Abstands zwischen Abscheider und Reaktor verläuft die Rückführleitung wenigstens auf Teilbereichen schräg, also in einem spitzen Winkel zur Vertikalen. Jedenfalls bilden der Innenraum des Reaktors, der Abscheider und die Rückführleitung ein zusammenhängendes System.

Bei der Rückführung der Feststoffe ergeben sich Schwierigkeiten dadurch, daß in diesem System ein Druckgefälle vorhanden ist derart, daß der Druck innerhalb des Reaktors von unten nach oben, also in Richtung der strömende Gase, abnimmt. Ein weiteres Druckgefälle bildet sich innerhalb des Abscheiders aus, wobei der Druck im Abscheider in dem Bereich, an den sich die Rückführleitung für den abgeschiedenen Feststoff anschließt, noch einmal tiefer liegt als der Druck im oberen Bereich des Reaktors. Andererseits steht an dem dem Abscheider abgekehrten Ende der Rückführleitung, an welcher letztere in den unteren Bereich des Reaktors mündet, der dort herrschende Druck an der Rückführleitung an, so daß an beiden Enden der Rückführleitung unterschiedliche Drücke wirksam sind, wobei die beiden Bereiche unterschiedlichen Drucks durch den in der Rückführleitung sich sammelnden, in den Reaktor zurückzuführenden, Feststoff mehr oder weniger wirksam gegeneinander abgeschirmt sind. In der Praxis entstehen dabei unübersichtliche und nicht definierbare Betriebsverhältnisse innerhalb der Rückführleitung, die dazu führen, daß das Zurückfließen des im Abscheider abgetrennten Feststoffes in den Reaktor verhindert, zumindest jedoch beeinträchtigt wird. Es kann dadurch zu einer Verstopfung der Rückführleitung kommen, da sich die darin befindlichen Feststoffpartikel insbesondere in ihrem schräg verlaufenden Abschnitt festsetzen. Hinzu kommt, daß aufgrund des geschilderten Betriebszustandes unkontrollierbare und nicht beeinflussbare Druckausgleich-Vorgänge stattfinden, die ebenfalls zu Betriebsstörungen führen, ggf. sogar die Abscheideleistung des Abscheiders beeinträchtigen können.

Die Gefahr, daß der in der Rückführleitung befindliche Feststoff sich darin festsetzt mit dem Ergebnis, daß nach kurzer Zeit der in der Rückführleitung sich stauende Feststoff den Abscheider erreicht, ist insbesondere auch darauf zurückzuführen, daß die Rückführleitung einen kleinen Durchmesser im Verhältnis zu ihrer Länge aufweist. Die Länge wird im allgemeinen bestimmt sein durch die zwischen Abscheider und dem Bereich des Wirbelschichtreaktors, in den hinein der rückzuführende Feststoff gebracht werden soll, zu überbrückende

Entfernung. Eine Vergrößerung des Durchmessers der Rückführleitung, die der Gefahr des Auftretens von Verstopfungen entgegenwirken würde, scheidet aus, da dadurch die Druck- und Strömungsverhältnisse in der Gesamteinrichtung in unerwünschter Weise beeinflusst würden, und zwar ggf. bis zu einem Punkt, an welchem das System nicht mehr arbeitet. Eine Vergrößerung des Durchmessers der Rückführleitung, die, wie bereits erwähnt, im allgemeinen im unteren Bereich des Reaktors in diesen einmündet, würde - bei gegebenem Reaktor-Durchmesser - dazu führen, daß ein größerer Anteil des gasförmigen Wirbelmediums, ggf. mit Feststoffteilchen, in den unteren Bereich der Rückführleitung eintritt, so daß die Strömungsverhältnisse, die eine Strömungsrichtung im Reaktor von unten nach oben, von dort in die Verbindungsleitung zum Abscheider und von dort über die Rückführleitung zurück in den unteren Bereich des Reaktors bewirken sollen, mit zunehmendem Durchmesser der Rückführleitung ggf. eine Umkehrung, jedenfalls eine Beeinflussung erführen, die einen geordneten Betrieb ausschließen. D. h., daß die Rückführleitung in Anbetracht der vorbeschriebenen Gegebenheiten einen kleinen Durchmesser mit einem entsprechend hohen Strömungswiderstand aufweisen muß, um als eine Art Drossel zu wirken, die verhindert, daß ein Druckausgleich zwischen unterem Teil des Reaktors und Abscheider stattfindet.

Da die absolute Größe des Druckgefälles im System mit zunehmendem Druck innerhalb des Reaktors zunimmt, sind die Auswirkungen des Druckgefälles auf das aus dem Abscheider in den Reaktor rückzuführende Material bei modernen Vergasungsreaktoren, die unter einem Überdruck von 20 bar und mehr betrieben werden, entsprechend groß.

Aus der US-A 3 840 353 sind zwar ein Verfahren und ein Vergasungsreaktor zum Herstellen von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenden Gasen aus festen Brennstoffen in einem Wirbelbett unter Verwendung von Vergasungsmitteln bekannt, wobei in die Rückführleitung zwischen Abscheider und Wirbelbett Gas zur Auflockerung der darin befindlichen Feststoffteilchen eingeblasen wird, um so letztere in einem fluidisierten Zustand zu halten. Eine solche Verfahrensführung läßt jedoch das vorerwähnte Druckgefälle unberücksichtigt. Sie mag bei unter Normaldruck betriebenen Vergasungsreaktoren jedenfalls dann möglich sein, wenn besondere Vorkehrungen, z.B. in Form einer siphonartigen Ausgestaltung der Rückführleitung, getroffen sind. Bei unter Überdruck betriebenen Vergasungsreaktoren wäre ein solches kontinuierlich betriebenes Wirbelbett aufgrund des größeren Druckgefälles zwischen Abscheider und dem Innenraum des eigentlichen Vergasungsreaktors nicht aufrecht zu erhalten.

Ferner ist aus der SE-A 8 206 888 eine Wirbelbett-Verbrennungseinrichtung bekannt, deren Rauchgase in einem Zyklon gereinigt werden. Der im Zyklon abgeschiedene Staub wird über ein pneumatisches Transportsystem in die Verbrennungseinrichtung zurückgeführt. Ferner sind Rauchgaska-

näle vorhanden, die innerhalb der Verbrennungseinrichtung parallel zu einem Schacht verlaufen, in dessen unterem Bereich sich das Wirbelbett befindet. Die Rauchgaskanäle dienen auch als Sammelraum für aus den Rauchgasen innerhalb der Verbrennungseinrichtung abgeschiedenen staubförmigen Feststoffen, die sich auf dem Boden des jeweiligen Rauchgaskanals ablagern. Dieser Boden ist mit Düsen versehen, die kontinuierlich oder intermittierend in Betrieb genommen werden, um eine bestimmte Menge des Staubes in das Wirbelbett zwecks Einstellung der Temperatur desselben zurückzuführen. Je größer die Staubmenge zur Einhaltung eines bestimmten Temperaturniveaus ist, desto größer ist die Anzahl der Düsen, die in Betrieb sind. Ferner sind Sperren vorgesehen, die verhindern, daß der sich im unteren Bereich der Rauchgaskanäle sammelnde Staub unkontrolliert in den Bereich des Wirbelbettes gelangt. Das durch die Düsen eingeblasene Gas dient somit im wesentlichen dazu, den Rückhalteeffekt dieser Sperren unwirksam zu machen. Ein mehr oder weniger gleichmäßiges Rückführen des bereits in der Verbrennungseinrichtung abgeschiedenen Staubes ist nicht vorgesehen, da das Rückführen zur Einstellung der Temperatur im Wirbelbett erfolgen soll. Die sich aus dem Druckgefälle ergebenden Probleme bei der Rückführung der im Zyklon abgeschiedenen Feststoffe werden in der Vorveröffentlichung nicht erwähnt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der einleitend beschriebenen Art so zu verbessern, daß unabhängig von der Menge der aus dem Abscheider in den Reaktor zurückzuführenden Feststoffteilchen ein einwandfreier Dauerbetrieb des Vergasungsreaktors gewährleistet ist. Dabei soll insbesondere vermieden werden, daß Feststoff und/oder Gas unmittelbar aus dem Wirbelbett in die Rückführleitung bis an den Abscheider gelangen, da, unabhängig von anderen Beeinträchtigungen des Betriebes, dadurch die Abscheidungsleistung des Abscheiders beeinträchtigt würde. Trotz des verhältnismäßig kleinen Querschnitts der Rückführleitung soll unter allen betrieblichen Umständen gewährleistet sein, daß die rückzuführenden Feststoffteilchen in Abhängigkeit von den jeweiligen Gegebenheiten, also ggf. von Vergasungsdruck, Menge und Zeit, steuerbar in den Reaktor zurückgeführt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß in die Rückführleitung an wenigstens einer Stelle zur Auflockerung der darin befindlichen Feststoffteilchen Gas impulsartig eingeführt wird. Als besonders zweckmäßig hat sich eine Verfahrensführung herausgestellt, bei welcher in die Rückführleitung an mehreren, in Längsrichtung der Rückführleitung Abstände voneinander aufweisenden Stellen Gas eingeblasen wird, wobei diese Stellen in jenem Bereich angeordnet sein sollten, in welchem sich die rückzuführenden Feststoffteilchen ansammeln. Es ist somit jener Bereich, der dem Reaktor bzw. dem darin befindlichen Wirbelbett benachbart ist.

Ein Teil der an unterschiedlichen Stellen in die Rückführleitung eingeblasenen Gasströme kann

kontinuierlich eingeblasen werden. Das impulsartige Einblasen wenigstens eines Teils der Gasströme in die Rückführleitung hat auch den Vorteil, daß zur Erzielung der gleichen Wirkung weniger Gas verbraucht wird. Dies ist auch deshalb von Bedeutung, weil eine zu große, in die Rückführleitung eingeblasene Gasmenge, die zumindest überwiegend nach oben in Richtung auf den Zyklon strömt, die Abscheideleistung des Zyklons verringert. Als zweckmäßig hat sich eine Betriebsweise herausgestellt, bei welcher an der zuunterst, also der Mündung der Rückführleitung in den Reaktor benachbarten Einblasstelle das Gas kontinuierlich und an allen anderen, darüber in Abständen befindlichen Stellen das Gas stoßweise, also impulsartig in die Rückführleitung eingeblasen wird.

Besonders vorteilhaft ist eine Betriebsweise, bei welcher zumindest zeitweilig das impulsartige Einblasen des Gases an den Einblasstellen zeitlich versetzt derart erfolgt, daß von zwei in Längsrichtung der Rückführleitung einen Abstand aufweisenden Einblasstellen an der jeweils näher am Reaktor positionierten Einblasstelle das Einblasen früher beginnt und ggf. auch früher endet als an der vom Reaktor weiter entfernt positionierten Einblasstelle. Dadurch wird erreicht, daß die in der Rückführleitung befindliche Feststoffsäule von unten nach oben fortschreitend, also entgegen der Fließrichtung des Feststoffes in der Rückführleitung, eine Auflockerung erfährt, die einmal dazu führt, daß unterhalb des durch einen Gasimpuls an einer bestimmten Position aufgelockerten Bereichs der Feststoffsäule der Feststoff ebenfalls bereits aufgelockert, ggf. bereits abgeflossen ist. Zum anderen läßt sich auf diese Weise der Fließvorgang innerhalb der Rückführleitung bezüglich Menge und Zeit gut beeinflussen, so daß über die Steuerung der Gasimpulse, insbesondere auch deren zeitliche Versetzung die Geschwindigkeit bestimmt werden kann, mit der der Feststoff aus der Rückführleitung in den Reaktor abfließt. Dabei kann die Menge des einzublasenden Gases abhängig sein von der Menge des in der Rückführleitung vorhandenen bzw. des in den Reaktor rückzuführenden Feststoffes. Auch die Anzahl der Gasimpulse kann abhängig sein von der Menge des in der Rückführleitung befindlichen bzw. des in den Reaktor rückzuführenden Feststoffes. Dabei ist es möglich, die Menge des einzublasenden Gases durch die Erhöhung der Anzahl der Gasimpulse pro Zeiteinheit zu vergrößern, wenngleich diese Abhängigkeit nicht zwingend ist, da ohne weiteres die Möglichkeit besteht, ein bestimmtes Gasvolumen auf eine kleinere oder größere Anzahl von Gasimpulsen zu verteilen, wobei dann jeweils das pro Impuls eingeblasene Gasvolumen sich ändert.

Die Dauer eines Impulses kann 0,1 bis 2 s, vorzugsweise 1 s betragen. Im allgemeinen ist es zweckmäßig, zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen eine Pause vorzusehen, die 1 s, vorzugsweise 0,1 s dauert. Bei der vorerwähnten Steuerung der Impulse derart, daß das Einblasen an in Längsrichtung der Rückführleitung Abstände voneinander aufweisenden Einblasstellen im vorbeschriebenen Sinn zeitlich versetzt erfolgt, kann die Zeitver-

schiebung zwischen den Impulsen zweier benachbarter Einblasstellen so groß sein, daß der Impuls an der jeweils in der zeitlichen Reihenfolge zweiten Einblasstelle erst beginnt, nachdem der Impuls in der zeitlich davor liegende Einblasstelle beendet ist. Andererseits ist es auch möglich, die Impulse zeitlich einander mehr oder weniger überschneiden zu lassen.

Die Steuerung der Menge des eingeblasenen Gases bzw. der Anzahl der Gasimpulse kann in Abhängigkeit von der Temperatur in der Rückführleitung erfolgen. Als Einblasgas kann Inertgas, z. B. CO_2 oder Stickstoff oder rückgeführtes Prozeßgas verwendet werden.

In der Zeichnung ist als Ausführungsbeispiel im Schema der Längsschnitt durch einen unter Überdruck arbeitenden Winkler-Wirbelbett-Reaktor dargestellt.

Der Vergasungsprozeß zur Herstellung eines Produktgases, welches vor allem H_2 und CO enthalten wird, läuft in einem Reaktor 10 ab, in dessen unterem, von oben nach unten konisch sich verjüngenden Bereich 12 sich das Wirbelbett 14 befindet. An den konischen Bereich schließt sich bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel nach oben hin ein zylindrischer Bereich 16 an, der die Nachvergasungszone 18 enthält.

An seinem unteren Ende geht der Reaktor 10 in einen kurzen Schacht 20 über, an dessen Ende eine Förder- und Kühlschnecke 22 angeordnet ist. Durch den Schacht 20 und die Schnecke 22 werden die festen Vergasungsrückstände abgezogen, die überwiegend Asche enthalten und sich unterhalb des Wirbelbetts 14 in einem Festbett 24 sammeln.

Der zu vergasende feste Brennstoff wird durch eine Schnecke 26 aus einem Vorratsbehälter 28 in den Reaktor 10 eingebracht. Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel tritt der feste Brennstoff unterhalb der oberen Begrenzung 30 des Wirbelbettes 14 in letzteres ein. Bei dem Brennstoff kann es sich z. B. um vorgetrocknete Braunkohle, die einen Wassergehalt von 12 - 18% und eine Körnung zwischen 0 und 5 mm aufweist, handeln. Es sind jedoch auch andere kohlenstoffhaltige Brennstoffe verwendbar, z.B. Torf oder Kohlen, die höher inkohlt sind als Braunkohle.

Der Reaktor 10 ist mit mehreren Zuleitungen für gasförmige Medien, die als Vergasungsmittel dienen, versehen. Die am weitesten unten befindlichen Zuleitungen 32 münden in den Schacht 20 und dienen zur Zuführung eines gasförmigen Mediums zur Auflockerung des Festbettes 24. Bei diesem Medium kann es sich um ein endothermes Vergasungsmittel, beispielsweise Dampf oder CO_2 , aber auch um ein inertes Medium, z. B. Stickstoff, handeln.

In dem oberhalb des Schachtes 20 befindlichen konischen Bereich 12 des Reaktors 10 sind in vertikale Abstände voneinander aufweisenden Ebenen angeordnete Düsen für die Zuführung von Vergasungsmitteln vorgesehen. Durch die Zuleitungen 34, 36 in den unteren Ebenen wird vorzugsweise endotherme Umsetzungen bewirkendes Vergasungsmittel zugeführt. In den Zuleitungen 40, 41 werden sauerstoffhaltige Vergasungsmittel zugeführt.

Weitere Zuleitungen 44, 45 und 46 münden in den Nachreaktionsraum 18. Über diese Zuleitungen werden normalerweise exotherme und endotherme Umsetzungen bewirkende Vergasungsmittel in den Nachreaktionsraum 18 eingeführt.

Der zu vergasende Brennstoff wird durch die Schnecke 26 im Bereich des Wirbelbettes 14 in den Reaktor 10 eingetragen. Im Wirbelbett 14 wird die Brennstoffpartikel durch die Vergasungsmittel, die Entgasungsprodukte, den durch Verdampfen des im Brennstoff enthaltenden Wasser entstehenden Dampf und die Umsetzungsprodukte fluidisiert. Die sehr kleinen, annähernd staubförmigen Bestandteile des in das Wirbelbett eingeführten festen Brennstoffs werden verhältnismäßig schnell durch das die obere Begrenzung des Wirbelbettes 30 nach oben durchströmende Gas in den Nachreaktionsraum 18 mitgerissen, in welchem sie zu einem großen Teil umgesetzt werden. Das Ausmaß der Zuführung von Vergasungsmitteln durch die Zuleitungen 44, 45, 46 in den Nachreaktionsraum 18 hinein hängt insbesondere von der Menge des im Nachreaktionsraum 18 umzusetzenden festen Kohlenstoffs ab.

Die schweren Partikel innerhalb des Wirbelbettes 14 sinken durch letzteres hindurch und gelangen so in das Festbett 24. Bei diesen schwereren Partikeln kann es sich einmal um gröbere, überwiegend kohlenstoffhaltige Partikel handeln, die zu groß sind, als daß sie von dem das Wirbelbett von unten nach oben durchströmenden Gas getragen werden könnten. Zum anderen sedimentieren solche Partikel durch das Wirbelbett 14 hindurch nach unten auf das Festbett 24, deren Gewicht im Verhältnis zu Korngröße zu hoch ist. Es kann sich dabei sowohl um kohlenstoffhaltige Partikel mit hohem Aschegehalt als auch um Partikel handeln, die ausschließlich aus nicht vergasbaren Substanzen bestehen.

Das im Reaktor 10 erzeugte Produktgas 65 wird durch eine nahe dem oberen Ende des Reaktors 10 von diesem abgehende Leitung 50 abgezogen und, nach Vorreinigung in einem Zyklon 52, nachgeordneten Einrichtungen, z. B. für die Gasreinigung zugeführt. Die im Zyklon 52 abgeschiedenen Feststoffpartikel, die im allgemeinen noch Kohlenstoff enthalten, gelangen über den unteren Ausgang 66 des Zyklons in eine Rückführleitung 69, deren unterer schräg verlaufender Abschnitt 62 Ende 62 im Bereich des Wirbelbettes 14 mit dem Reaktor 10 verbunden ist. Das von den abgeschiedenen Feststoffteilchen gereinigte Gas 65 verläßt Zyklon 52 durch ein Tauchrohr 67 über eine Leitung 68.

Die Rückführleitung 69 für die im Zyklon 52 abgeschiedenen Feststoffteilchen mündet etwa in Höhe der Schnecke 26 in den Reaktor 10. Die Feststoffteilchen fließen aus dem unteren Bereich des Zyklons 66 nach unten in die Rückführleitung 69, deren Querschnitt im Bereich 62 zwischen der Mündung 60 in den Reaktor 10 und etwa dem Niveau 61 von den Feststoffteilchen ausgefüllt ist. Die so innerhalb der Rückführleitung 69 sich bildende Säule aus Feststoffteilchen stellt eine Sperre dar, die es verhindert, daß aus dem Reaktor 10 Feststoffteil-

chen und Gas durch die Rückführleitung 69 direkt in dem Bereich des als Zyklon ausgebildeten Abscheiders 52 gelangen.

Da die Rückführleitung 69 einen verhältnismäßig kleinen Querschnitt aufweist und zudem der im Bereich des Zyklons 52 herrschende Druck merklich geringer ist als der Druck im Wirbelbett 14, so daß ein der Schwerkraft entgegenwirkendes Druckgefälle zwischen der Mündung 60 der Rückführleitung 69 in den Reaktor 10 einerseits und dem Zyklon 52 andererseits existiert, ist ohne besondere Maßnahmen keine Gewähr dafür gegeben, daß über längere Zeiträume unten soviel Feststoffteilchen aus der Rückführleitung 69 in den Reaktor 10 eintreten, wie oben aus dem Zyklon 52 in die Rückführleitung gelangen. Unabhängig vom vorerwähnten Druckgefälle ist auch aufgrund des kleinen Querschnitts der Rückführleitung 69 damit zu rechnen, daß sich die darin befindlichen Partikel festsetzen, so daß selbst dann, wenn sich in der Rückführleitung 69 eine Feststoffsäule bildete, deren Höhe und somit deren Gewicht ausreicht, das Druckgefälle zu kompensieren, ein einwandfreies und ungestörtes Abfließen der diese Säule bildenden Feststoffteilchen in den Reaktor 10 nicht gewährleistet wäre.

Zur betriebsnotwendigen Rückführung der Feststoffteilchen aus der Rückführleitung 69 in den Reaktor 10 sind in die Rückführleitung 69 mündende Düsen 81 für ein gasförmiges Medium vorgesehen. Diese Düsen 81 sind in Längsrichtung der Rückführleitung 69 in Abständen voneinander angeordnet. Sie werden über zwischengeschaltete Steuerventile 70 bis 77 von einer gemeinsamen Druckmittelquelle 78 mit einem Gas gespeist, bei dem es sich beispielsweise um CO₂ oder auch um rückgeführtes Produktgas handeln kann, welches vom Gasstrom 65 an geeigneter Stelle abgezweigt wird. Die Steuerventile 71 - 77 werden von einem gemeinsamen Regler 79 betätigt, mit dem sie über eine Leitung 80 verbunden sind. Das Druckniveau des Gases 78 wird etwas höher sein als das Druckniveau im Wirbelbett 14. Der Regler 79 steuert die einzelnen Ventile 71 - 77 an und gibt dabei jeweils kurzzeitig einen Gasstrom von bestimmter Menge frei, der über die Düsen 81 impulsartig in den unteren Bereich der Rückführleitung 69 gelangt. Dabei kann so vorgegangen werden, daß die Ventile 70 - 77 aufeinanderfolgend derart einen kurzzeitigen Gasimpuls bewirken, daß zunächst ein Gasimpuls durch das Ventil 70 bzw. die zugeordnete Düse 81 in die Mündung 60 der Rückführleitung 69 gegeben wird und danach zeitlich versetzt Gasimpulse durch die anderen Ventile in die Rückführleitung 69 eingeführt werden, wobei der zeitliche Abstand vom ersten, durch das Ventil 70 bewirkten Gasimpuls mit zunehmender Entfernung des jeweiligen Ventils vom ersten Ventil 70 zunimmt. Dadurch wird der in der Rückführleitung 69 stehende Feststoff von unten nach oben fortschreitend aufgelockert, so daß die Partikel unter der Einwirkung ihres Gewichts nach unten strömen und in das Wirbelbett 14 gelangen, andererseits jedoch keine schlagartige Entleerung der Rückführleitung 69 erfolgt, so daß immer soviel Feststoff in letzterer verbleibt, daß dieser als Sperre gegenüber dem Innenraum des Reaktors 10 wirkt und somit

verhindert wird, daß Gas und Feststoff aus dem Innenraum des Reaktors 10 direkt durch die Rückföhrleitung 69 in den Zyklon 52 gelangen.

Die vorstehend beschriebene Verfahrensweise kann in Abhängigkeit von der Menge des in die Rückföhrleitung 69 aus dem Zyklon 52 kommenden Feststoffes so angewendet werden, daß, sobald der Gasimpuls durch das am weitesten oben befindliche Ventil 77 in die Rückföhrleitung 69 eingeföhrt worden ist, der Zyklus wieder von vorn mit einem durch das Ventil 70 eingeföhrten Gasimpuls beginnt.

Es ist im Bedarfsfall auch möglich, nach Betätigüng des letzten Ventils 77 zunächst eine größere Pause eintreten zu lassen, bevor der nächste Impulszyklus durch Betätigen des Ventils 70 beginnt. Dies hängt ab von der Menge des Feststoffes, der aus dem Zyklon 52 in die Rückföhrleitung 69 gelangt und somit von der Geschwindigkeit, mit welcher die Feststoffpartikel aus der Rückföhrleitung 69 in den Reaktor 10 eingeleitet werden müssen. Es ist auch möglich, im Bedarfsfall den Impulszyklus nicht über die gesamte Anzahl der vorhandenen Ventile 70 - 77 ablaufen zu lassen, sondern beispielsweise nur durch die Ventile 70 - 75 Gasimpulse in die Rückföhrleitung 69 zu geben. Wie im einzelnen verfahren wird, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten, insbesondere der pro Zeiteinheit in der Rückföhrleitung 69 sich sammelnden Feststoffmenge ab.

Die Betätigung der einzelnen Ventile 70 - 77 kann in einfacher Weise über den Regler 79 erfolgen, dem die Temperatur in der Rückföhrleitung 69 erfassende Temperaturfühler 57 - 59 zugeordnet sind, die jenem Bereich der Rückföhrleitung 69 zugeordnet sind, in welchem die Düsen 81 der Ventile 70 - 77 sich befinden. Bei hohem Feststoffdurchsatz durch die Rückföhrleitung 69 stellt sich innerhalb derselben ein Temperaturniveau ein, welches nicht wesentlich unter dem Temperaturniveau innerhalb der Wirbelschicht 14 und üblicherweise im Bereich zwischen 800 und 1000° C liegt. Verlangsamt sich die Rückföhrung des Feststoffes, so ist an den Temperaturmeßstellen 57 - 59 ein unmittelbares Absinken des Temperaturniveaus auf niedrigere Werte feststellbar. Diese Änderung in der Temperatur läßt erkennen, daß die Rückföhrung des Feststoffes aus der Leitung 69 in das Wirbelbett 14 hinein zu langsam erfolgt. Durch über die Leitung 64 von den Temperaturmeßstellen dem Regler 79 zugeföhrte Signale wird der Regler veranlaßt, die Impulsfolge zu beschleunigen. Im umgekehrten Fall, also wenn weniger Feststoff aus dem Zyklon 52 zugeföhrt wird und demzufolge weniger Feststoff am unteren Ende der Rückföhrleitung 69 in das Wirbelbett abzuleiten ist, kann die Impulsfolge verlangsamt werden.

Abweichend von der vorbeschriebenen Betriebsweise ist es auch möglich, das untere Ventil 70 permanent in Offenstellung zu lassen, so daß kurz vor der Mündung 60 des Rückföhrrohres 62 in den Reaktor 10 ein kontinuierlicher Gasstrom in die Rückföhrleitung 69 eintritt.

Anstelle der Betätigung der Ventile 70 - 77 bzw. 71 - 77 über die Temperatur besteht auch die Möglichkeit, die Ventile und damit die durch diese bewirkten Gasimpulse über den an den jeweiligen Stellen der Rückföhrleitung herrschenden Druck zu zu

betätigen. Welcher der beiden Möglichkeiten - Druck oder Temperatur - oder Vorzug gegeben wird, hängt von den jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten ab. Die Düsen 81 bestehen aus üblichen hochwarmfesten Werkstoffen. Für die Ventile 70 - 77 können handelsübliche pneumatische Schaltventile verwendet werden. Ihre Anordnung in möglichst gleich großen Abständen von und entlang der Rückföhrleitung 69 ist zweckmäßig, wobei 1 - 3 Düsen/m Rückföhrleitung vorgesehen sein können. Die Düsen 81 werden normalerweise überwiegend in dem Bereich der Rückföhrleitung angeordnet sein, der nicht vertikal verläuft. Der Durchmesser der Rückföhrleitung 69 kann beispielsweise 20 cm betragen.

Die Menge des in die Rückföhrleitung einzublasenden Gases ist gering. So kann das Mengenverhältnis zwischen diesem einzublasenden Gas und dem im Vergasungsreaktor hergestellte Produktgas etwa 2 : 500 betragen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltendem Gas aus festen Brennstoffen bei erhöhtem Druck in einem Wirbelbett unter Verwendung von Vergasungsmitteln, wobei sich unterhalb des Wirbelbetts ggf. ein Festbett aus festen Vergasungsrückständen befindet, aus dem die festen Vergasungsrückstände abgezogen werden, und oberhalb des Wirbelbetts ein Nachvergasungsraum angeordnet ist und das erzeugte Gas aus dem Nachvergasungsraum abgezogen und durch einen Abscheider geleitet wird, in welchem wenigstens ein Teil der mitgeföhrten Feststoffteilchen abgeschieden und über eine Rückföhrleitung in den Reaktor zurückgeföhrt wird, während das Produktgas in zumindest vorgereinigtem Zustand den Abscheider verläßt, und in die Rückföhrleitung an wenigstens einer Stelle zur Auflockerung der darin befindlichen Feststoffteilchen Gas eingeblasen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas impulsartig in die Rückföhrleitung eingeblasen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Rückföhrleitung an mehreren, in Längsrichtung der Rückföhrleitung Abstände voneinander aufweisenden Stellen Gas eingeblasen wird und wenigstens ein Teil der Gasströme impulsartig in die Rückföhrleitung eingeblasen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das impulsartige Einblasen des Gases an den Einblasstellen zeitlich versetzt derart erfolgt, daß von zwei in Längsrichtung der Rückföhrleitung einen Abstand voneinander aufweisenden Einblasstellen an der jeweils näher am Reaktor positionierten Einblasstelle das Einblasen des Gases früher beginnt als an der vom Reaktor weiter entfernt positionierten Einblasstelle.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des einzublasenden Gases abhängig ist von der Menge des in der Rückföhrleitung befindlichen Feststoffs.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Gasimpulse abhängig ist von der Menge des in der Rückföhrleitung befindlichen Feststoffs.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer eines Impulses 0,1 - 2 sec., vorzugsweise 1 sec., beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen eine Pause vorgesehen ist, die bis zu 1 sec., vorzugsweise 0,1 sec., beträgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung von Geschwindigkeit bzw. Menge des eingeblasenen Gases bzw. der Anzahl der Gasimpulse in Abhängigkeit von der Temperatur in der Rückföhrleitung erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Inertgas, z. B. CO₂, und/oder rückgeföhrtes Produktgas in die Rückföhrleitung eingeblasen wird.

10. Vergasungsreaktor zur Erzeugung eines Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenden Produktgases aus festen Brennstoffen bei erhöhtem Druck unter Verwendung von Vergasungsmitteln mit einem Wirbelbett, einem unterhalb des Wirbelbetts ggf. befindlichen Feststoff aus festen Vergasungsrückständen, einer Einrichtung zum Einföhren der Brennstoffe in den Reaktor, einem oberhalb des Wirbelbetts angeordneten Nachvergasungsraum, einem Abscheider zum Abscheiden mindestens eines Teils der im Produktgas enthaltenen Feststoffteilchen und einer Leitung zur Rückföhrung der abgeschiedenen Feststoffteilchen in den Reaktor, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückföhrleitung (69) wenigstens in ihrem an dem Reaktor (10) anschließenden Bereich (62) mit wenigstens einer Einblasdüse (81) für ein Gas und mit Mitteln (79) zum impulsartigen Einblasen des Gases versehen ist.

11. Vergasungsreaktor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere in Längsrichtung der Rückföhrleitung (69) Abstände voneinander aufweisende Einblasdüsen (81) vorgesehen sind und in die Zuleitungen für die Düsen (81) Ventile (70-77) eingeschaltet sind, die ein impulsartiges Einblasen der Gasströme in die Rückföhrleitung (69) ermöglichen.

12. Vergasungsreaktor nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur in der Rückföhrleitung (69) erfassende Temperaturfühler (57-59) vorgesehen sind und die Einblasdüse(n) (81) in Abhängigkeit von der Temperatur in der Rückföhrleitung (69) betätigbar ist bzw. sind.

Claims

1. A process for the production of gas containing hydrogen and carbon monoxide from solid fuels at elevated pressure in a fluidised bed using gasification agents, wherein beneath the fluidised bed there is possibly a solid bed of solid gasification residues, from which the solid gasification residues are drawn off, while arranged above the fluidised bed is a post-gasification space, and the gas produced is removed from the post-gasification space and passed through a separator in which at least a part

of the entrained solid particles is separated off and returned to the reactor by way of a recycling conduit while the product gas leaves the separator in an at least pre-cleaned condition, and gas is injected into the recycling conduit at at least one location for loosening up the solid particles to be found therein, characterised in that the gas is injected into the recycling conduit in a pulse-like manner.

2. A process according to claim 1, characterised in that gas is injected into the recycling conduit at a plurality of locations which are disposed at spacings from each other in the longitudinal direction of the recycling conduit and at least a portion of the gas flows is injected into the recycling conduit in a pulse-like manner.

3. A process according to claim 2, characterised in that the pulse-like injection of the gas at the injection locations occurs in displaced relationship in respect of time in such a way that, of two injection locations disposed at a spacing from each other in the longitudinal direction of the recycling conduit, injection of the gas at the respective injection location which is positioned closer to the reactor begins earlier than at the injection location which is positioned at a greater spacing from the reactor.

4. A process according to claim 1, characterised in that the amount of gas to be injected is dependent on the amount of solid material in the recycling conduit.

5. A process according to claim 2, characterised in that the number of gas pulses is dependent on the amount of solid material in the recycling conduit.

6. A process according to one of the preceding claims, characterised in that the duration of a pulse is 0.1 to 2 seconds, preferably 1 second.

7. A process according to one of the preceding claims, characterised in that there is a pause which is up to 1 second and preferably 0.1 second between two successive pulses.

8. A process according to one of the preceding claims, characterised in that control in respect of speed or amount of the injected gas or the number of gas pulses is effected in dependence on the temperature in the recycling conduit.

9. A process according to claim 1, characterised in that an inert gas, for example CO₂, and/or recycled product gas, is injected into the recycling conduit.

10. A gasification reactor for producing a product gas containing hydrogen and carbon monoxide from solid fuels at elevated pressure using gasification agents with a fluidised bed, a solid material of solid gasification residues which is possibly disposed beneath the fluidised bed, a means for introducing the fuels into the reactor, a post-gasification space arranged above the fluidised bed, a separator for separating off at least a portion of the solid particles contained in the product gas, and a conduit for recycling the separated-off solid particles into the reactor, characterised in that at least in the region (62) of the recycling conduit (69) which adjoins the reactor (10) the recycling conduit (69) is provided with at least one injection nozzle (81) for a gas and means (79) for the pulse-like injection of the gas.

11. A gasification reactor according to claim 10, characterised in that there are provided a plurality of injection nozzles (81) which are at spacings from each other in the longitudinal direction of the recycling conduit (69) and connected into the feed conduits for the nozzles (81) are valves (70-77) which permit the gas flows to be injected into the recycling conduit (69) in a pulse-like manner.

12. A gasification reactor according to claim 10 or claim 11, characterised in that temperature sensors (57-59) for detecting the temperature in the recycling conduit (69) are provided and the injection nozzle or nozzles (81) is or are actuable in dependence on the temperature in the recycling conduit (69).

Revendications

1. Procédé pour produire un gaz contenant de l'hydrogène et du monoxyde de carbone, à partir de combustibles solides, en opérant sous pression élevée dans un lit fluidisé en présence d'agents de gazéification, ce lit fluidisé recouvrant éventuellement un lit fixe de résidus solides de gazéification d'où sont extraits les résidus solides de gazéification, et le lit fluidisé étant surmonté par une chambre de recueil d'où est extrait le gaz ainsi produit, ce gaz étant amené ensuite dans un séparateur où il se trouve débarrassé d'au moins une partie des matières solides entraînées, avant d'être renvoyé dans le réacteur par une canalisation de recyclage, tandis que le gaz obtenu sort du séparateur à l'état épuré au moins en partie pour être injecté dans la canalisation de recyclage, au moins en un endroit de celle-ci, pour disperser les particules solides qui s'y trouvent, caractérisé en ce qu'on injecte le gaz par impulsions dans la canalisation du recyclage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on injecte le gaz dans la canalisation de recyclage en plusieurs endroits écartés les uns des autres dans le sens de la longueur de cette canalisation, au moins une partie des courants gazeux étant ainsi injectés par impulsions dans la canalisation de recyclage.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que pour assurer l'injection du gaz par impulsions en divers endroits de la canalisation de recyclage on opère avec un décalage dans le temps entre deux points d'injection écartés l'un de l'autre dans le sens de la longueur de la canalisation, pour que l'injection commence systématiquement à l'endroit du point d'injection le plus proche du réacteur, avant de se produire à l'endroit du point d'injection le plus éloigné du réacteur.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de gaz à injecter dépend de la quantité de matières solides qui se trouvent dans la canalisation de recyclage.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le nombre des impulsions d'injection du gaz dépend de la quantité de matières solides qui se trouvent dans la canalisation de recyclage.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la durée d'une impulsion est comprise entre 0,1 et 2 secondes, cette durée étant de préférence égale à 1 seconde.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une pause est prévue entre deux impulsions successives, cette pause pouvant atteindre 1 seconde et étant de préférence égale à 0,1 seconde.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le réglage de la vitesse et du débit du gaz injecté, ainsi que le réglage du nombre des impulsions d'injection du gaz, sont assurés en fonction de la température qui existe dans la canalisation de recyclage.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on injecte dans la canalisation de recyclage un gaz inerte, tel que par exemple du CO₂, et/ou du gaz provenant de l'installation considérée.

10. Réacteur de gazéification pour produire un gaz qui contient de l'hydrogène et du monoxyde de carbone, en opérant à partir de combustibles solides sous pression élevée dans un lit fluidisé en présence d'agents de gazéification, ce lit fluidisé recouvrant éventuellement un lit fixe de matières solides constituées par les résidus solides de la gazéification, le système comportant en outre un dispositif d'alimentation pour introduire les combustibles dans le réacteur, une chambre de recueil de gaz disposée au-dessus du lit fluidisé, un séparateur pour retenir au moins une partie des matières solides contenues dans le gaz ainsi obtenu, et une canalisation de recyclage pour renvoyer au réacteur les particules solides retenues dans le séparateur, caractérisé en ce que la canalisation de recyclage (69), au moins dans sa partie (62) voisine du réacteur (10), est pourvue d'au moins une buse d'injection (81) pour un gaz, et d'organes appropriés (79) pour assurer l'injection du gaz par impulsions.

11. Réacteur de gazéification selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte un certain nombre de buses d'injection (81) disposées de place en place le long de la canalisation de recyclage (69), ces buses d'injection (81) étant alimentées par des tuyauteries pourvues de vannes (70-77) permettant d'injecter les courants gazeux par impulsions dans la canalisation de recyclage (69).

12. Réacteur de gazéification selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce qu'il comporte des sondes de température (57-59) pour mesurer la température dans la canalisation de recyclage (69), chacune des buses d'injection (81) pouvant être actionnée en fonction de la température existant dans la canalisation de recyclage (69).

