

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 247 504
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 87107304.5

(51)

Int. Cl. 4: **C10J 3/54**

(22)

Anmeldetag: 19.05.87

(30)

Priorität: 27.05.86 DE 3617802

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.87 Patentblatt 87/49

(64)

Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GR SE

(71)

Anmelder: Rheinische Braunkohlenwerke AG.
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)

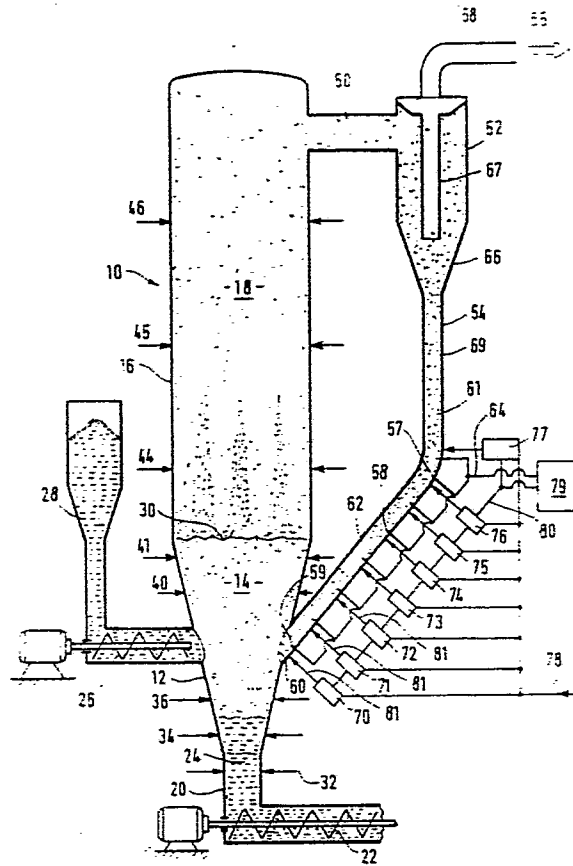
(54)

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

(57)

Bei einem Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenden Gas (65) aus festen Brennstoffen in einem Wirbelbett (14) werden die im Produktgas (65) enthaltenen Feststoffteilchen in einem Zyklon (52) abgeschieden und über eine Rückführleitung (69) in das Wirbelbett zurückgeführt. Die Rückführleitung (69) ist mit Einblasdüsen (81) versehen, durch welche impulsartig Gasströme (78) in die Rückführleitung (69) gegeben werden können, um die darin befindlichen Feststoffteilchen aufzulockern. Das Einleiten dieser Gasströme (78) kann zeitlich versetzt derart erfolgen, daß von zwei benachbarten Einblasstellen (81) durch die vom Reaktor (10) weiter entfernt angeordnete Einblasstelle (81) das Gas (78) später eingeblasen wird als von der näher am Reaktor (10) befindlichen Einblasstelle (81).

EP 0 247 504 A2



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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltenen 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 Abscheider 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 zurückzuführende 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.

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 Einblasestelle 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 Rückföhrleitung 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 Rückföhrleitung befindliche Feststoffsäule von unten nach oben fortschreitend, also entgegen der Fließrichtung des Feststoffes in der Rückföhrleitung, 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 Rückföhrleitung 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 Rückföhrleitung in den Reaktor abfließt. Dabei kann die Menge des einzublasenden Gases abhängig sein von der Menge des in der Rückföhrleitung vorhandenen bzw. des in den Reaktor rückzuföhrnden Feststoffes. Auch die Anzahl der Gasimpulse kann abhängig sein von der Menge des in der Rückföhrleitung befindlichen bzw. des in den Reaktor rückzuföhrnden 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 Rückföhrleitung Abstände voneinander aufweisenden Einblasstellen im vorbeschriebenen Sinn zeitlich versetzt erfolgt, kann die Zeitverschiebung 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 Rückföhrleitung erfolgen. Als Einblasgas kann Inertgas, z. B. CO_2 oder Stickstoff oder rückgeföhrtes 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 Kóhlschnecke 22 angeordnet ist. Durch den Schacht 20 und die Schnecke 22 werden die festen Vergasungsrückstände abgezogen, die überwiegend Asche enthalten und sich unterhalb des Wirbelbettes 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 Zuföhrung 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 Zuföhrung von Vergasungsmitteln vorgesehen. Durch die Zuleitungen

34, 36 in den unteren Ebenen wird vorzugsweise endotherme Umsetzungen bewirkendes Vergasungsmittel zufführt. In den Zuleitungen 40, 41 werden sauerstoffhaltige Vergasungsmittel zugeföhrt.

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 eingeföhrt.

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 eingeföhrtten 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 Zuföhrtung 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 zugeföhrt. Die im Zyklon 52 abgeschiedenen Feststoffpartikel, die im allgemeinen noch Kohlenstoff enthalten, gelangen über den unteren Ausgang 66 des Zyklons in eine Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtleitung 69 sich bildende Säule aus Feststoffteilchen stellt eine Sperre dar, die es verhindert, daß aus dem Reaktor 10 Feststoffteilchen und Gas durch die Rückföhrtleitung 69 direkt in dem Bereich des als Zyklon ausgebildeten Abscheiders 52 gelangen.

Da die Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtleitung 69 in den Reaktor 10 eintreten, wie oben aus dem Zyklon 52 in die Rückföhrtleitung gelangen. Unabhängig vom vorerwähnten Druckgefälle ist auch aufgrund des kleinen Querschnitts der Rückföhrtleitung 69 damit zu rechnen, daß sich die darin befindlichen Partikel festsetzen, so daß selbst dann, wenn sich in der Rückföhrtleitung 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 Rückföhrtung der Feststoffteilchen aus der Rückföhrtleitung 69 in den Reaktor 10 sind in die Rückföhrtleitung 69 mündende Düsen 81 für ein gasförmiges Medium vorgesehen. Diese Düsen 81 sind in Längsrichtung der Rückföhrtleitung 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 rückgeföhrttes 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 Rückföhrtleitung 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 Rückführleitung 69 in den Zyklon 52 gelangen.

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

Es ist im Bedarfsfall auch möglich, nach Betätigung 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 Rückführleitung 69 gelangt und somit von der Geschwindigkeit, mit welcher die Feststoffpartikel aus der Rückführleitung 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 Rückführleitung 69 zu geben. Wie im einzelnen verfahren wird, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten, insbesondere der pro Zeiteinheit in der Rückführleitung 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 Rückführleitung 69 erfassende Temperaturfühler 57 - 59 zugeordnet sind, die jenem Bereich der Rückführleitung 69 zugeordnet sind, in welchem die Düsen 81 der Ventile 70 - 77 sich befinden. Bei hohem Feststoff-

durchsatz durch die Rückführleitung 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 Rückführung 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 Rückführung 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 zugeführte Signale wird der Regler veranlaßt, die Impulsfolge zu beschleunigen. Im umgekehrten Fall, also wenn weniger Feststoff aus dem Zyklon 52 zugeführt wird und demzufolge weniger Feststoff am unteren Ende der Rückführleitung 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 Rückführrohres 62 in den Reaktor 10 ein kontinuierlicher Gasstrom in die Rückführleitung 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 Rückführleitung herrschenden Druck 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 Rückführleitung 69 ist zweckmäßig, wobei 1 - 3 Düsen/m Rückführleitung vorgesehen sein können. Die Düsen 81 werden normalerweise überwiegend in dem Bereich der Rückführleitung angeordnet sein, der nicht vertikal verläuft. Der Durchmesser der Rückführleitung 69 kann beispielsweise 20 cm betragen. Der Durchmesser der Rückführleitung 69 kann beispielsweise 20 cm betragen.

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

Ansprüche

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 mitgeführten Feststoffteilchen abgeschieden und über eine Rückföhrleitung in den Reaktor zuröckgeföhrt 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 rückgeföhrtcs Produktgass 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 versehen ist.

11. Vergasungsreaktor nach Anspruch 11, 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 Einblasdüse(n) (81) in Abhängigkeit von der Temperatur in der Rückföhrleitung (69) betätigt wird bzw. werden.

