



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

19

11 Veröffentlichungsnummer:

**0 214 417
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86109953.9

51 Int. Cl.4: **C10J 3/02 , C10J 3/54**

22 Anmeldetag: 19.07.86

30 Priorität: 02.09.85 DE 3531292

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.87 Patentblatt 87/12

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE SE

71 Anmelder: **Rheinische Braunkohlenwerke AG.**
Stüttgenweg 2
D-5000 Köln 41(DE)

72 Erfinder: **Teggars, Johannes, Dr. rer. nat.,
Dipl.-Phys.**
Auguste-Viktoria-Strasse 26
D-5040 Brühl(DE)
Erfinder: **Lambertz, Johannes, Dr.-Ing.,
Dipl.-Ing.**
Jägerring 22
D-5014 Kerpen-Manheim(DE)
Erfinder: **Schrader, Lothar, Dr. rer. nat.,
Dipl.-Chem.**
Berthold-Brecht-Strasse 19
D-5042 Erftstadt-Liblar(DE)

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

54 **Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen unter Verwendung von endotherm (32 bis 38) und exotherm (40 bis 47) reagierenden Vergasungsmitteln in einem Reaktor (10) mit einem Wirbelbett (14), einem darüber befindlichen Nachreaktionsraum (18) und einem darunter befindlichen Festbett (20). Die Geschwindigkeit, mit welcher die das Festbett (20) bildenden festen Vergasungsrückstände aus dem Reaktor (10) abgezogen werden, wird in Abhängigkeit von der Höhe (60, 61) des Festbettes (20) derart geregelt, daß die obere Begrenzung (24) desselben unterhalb jenes Bereiches(40) bleibt, in welchem exotherm reagierendes Vergasungsmittel in den Vergasungsprozess eingeführt wird.

EP 0 214 417 A2

Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen bei erhöhtem Druck in einem Wirbelbett unter Verwendung von endotherm und exotherm reagierenden Vergasungsmitteln, wobei oberhalb des Wirbelbettes ein Nachvergasungsraum und unterhalb des Wirbelbettes ein Festbett aus den festen Vergasungsrückständen vorgesehen sind und die Brennstoffe in das Wirbelbett eingeführt, die festen Vergasungsrückstände aus dem Festbett abgezogen werden und das erzeugte Synthesegas aus dem Nachvergasungsraum abgezogen wird.

Die das unterhalb des Wirbelbettes befindliche Festbett bildenden festen Vergasungsrückstände bestehen überwiegend aus mineralischen Begleitstoffen der Brennstoffe, also deren Asche und mineralischen Beimengungen, wobei allerdings auch noch ein gewisser Anteil an C-haltigen Feststoffen im Festbett vorhanden ist. Es kann sich dabei einmal um größere Körnungen handeln, die aufgrund ihres größeren Gewichtes nach unten durch das Wirbelbett hindurch auf das Festbett fallen. Ein anderer Teil der C-haltigen Partikel im Festbett wird aus kleineren Körnern bestehen, deren C-Gehalt im Vergasungsprozeß weitgehend, jedoch nicht restlos umgesetzt worden ist.

Eine wesentliche Voraussetzung für das einwandfreie Funktionieren eines derartigen Verfahrens besteht darin, daß die Vergasungsrückstände störungsfrei unten aus dem Reaktor, in welchem der Vergasungsprozeß abläuft, abgezogen werden. Störungen können insbesondere dann auftreten, wenn Bereiche des Festbettes, in denen noch C-haltige Vergasungsrückstände vorhanden sind, eine Überhitzung erfahren. Dies tritt vor allem dann auf, wenn sauerstoffhaltiges Vergasungsmittel in das Festbett eingeblasen wird. Die dadurch bewirkte exotherme Umsetzung mit den C-haltigen Bestandteilen des Festbettes bewirkt eine erhebliche Temperaturerhöhung mit der Folge, daß die mineralischen Bestandteile des Festbettes zusammenbacken, teilweise sogar schmelzen, und Agglomerate bilden. Dies kann in Extremfällen dazu führen, daß der Betrieb des Reaktors unterbrochen werden muß, um die Anbackungen, Agglomerate usw. mit mechanischen Mitteln zu entfernen. Derartige Betriebsunterbrechungen können in Anbetracht der Notwendigkeit, den Reaktor nach Unterbrechung des Vergasungsprozesses abkühlen zu lassen usw., ggf. Tage dauern.

Im Hinblick auf die vorgenannten Probleme wird im allgemeinen so verfahren, daß exotherm wirkendes Vergasungsmittel, also Sauerstoff, soweit oberhalb der oberen Begrenzung des Festbettes eingebla-

sen wird, daß eine Umsetzung dieses Sauerstoffes mit im Festbett noch befindlichen C-haltigen Partikeln in jedem Fall vermieden wird. Dies bedeutet, daß Sauerstoff nur in das Wirbelbett und ggf. in den darüber befindlichen Nachreaktionsraum eingeführt wird.

Da an einem Reaktor die Positionen der Düsen, durch welche Vergasungsmittel in den Vergasungsprozeß eingeführt werden, normalerweise festliegen, jedenfalls während des Betriebes zumindest nicht wesentlich geändert werden können, kann die vorbeschriebene Bedingung, daß die Zufuhr von sauerstoffhaltigem Vergasungsmittel nur oberhalb der oberen Begrenzung des Festbettes stattfindet, nur dann eingehalten werden, wenn die obere Begrenzung des Festbettes während des Vergasungsprozesses, der ggf. über Wochen und Monate ununterbrochen abläuft, bezüglich ihrer Höhenlage keine wesentliche Änderung erfährt und somit unterhalb des Bereichs bleibt, in welchem Sauerstoff in den Prozeß bzw. den Reaktor, in welchem der Prozeß abläuft, eingeblasen wird. Wenn das Niveau der oberen Begrenzung des Festbettes während der Dauer des Vergasungsprozesses mehr oder weniger konstant gehalten werden soll, ist es erforderlich, daß aus dem Festbett unten soviel Material abgezogen und somit aus dem Vergasungsprozeß herausgeführt wird, wie von oben aus dem Wirbelbett sich Material auf dem Festbett absetzt. Das Einhalten dieser Bedingung hat bei den bisher in der Praxis betriebenen Vergasungsreaktoren keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, weil der in den Vergasungsprozeß eingeführte feste Brennstoff über lange Zeiträume eine mehr oder weniger gleichmäßige Beschaffenheit aufwies. D. h., daß die Relation zwischen dem Kohlenstoff und den nicht umsetzbaren mineralischen Begleitstoffen, also insbesondere Asche und ggf. auch andere mineralische Begleitstoffen, über lange Zeiträume mehr oder weniger konstant blieb. Dies ist in vielen Fällen dadurch erreicht worden, daß bereits bei der Gewinnung der festen Brennstoffe, also beispielsweise der Kohle oder Torf, in der Lagerstätte, entsprechende Vorkehrungen getroffen wurden. In anderen Fällen ist die aus der Lagerstätte kommende Kohle einem Aufbereitungsprozeß unterzogen worden, durch den eine gleichbleibende Qualität des festen Brennstoffes auch im Sinne der vorgenannten Relation zwischen C und unvergasbaren mineralischen Begleitstoffen gewährleistet werden konnte.

Lagerstätten, deren feste Brennstoffe hinsichtlich des Aschegehaltes und anderer unvergasbarer Begleitstoffe eine über längere Zeiträume sich erstreckende Gewinnung von Brennstoffen mit gleich-

bleibender Qualität erlauben, werden immer seltener, da derartige Vorzüge aufweisende Lagerstätten bereits in der Vergangenheit weitgehend abgebaut worden sind. Hinzu kommt, daß selbst dort, wo solche Lagerstätten noch vorhanden sind, aufgrund der modernen Abbaumethoden eine Gewinnung der Kohle oder anderer fester Brennstoffe ohne bezüglich der Mengen schwankender Begleitminerale, die nicht vergasbar sind, in vielen Fällen unmöglich ist. Als Beispiel sei hierzu auf die Gewinnung von Kohle, z. B. Braunkohle, im Tagebau mittels großer Schaufelradbagger verwiesen, die das Heraushalten von im Kohleflöz eingelagerten mehr oder weniger schmalen Schichten aus Sand oder anderen unvergasbaren Materialien nicht erlauben. Entsprechendes gilt auch für die Gewinnung anderer Kohlearten und auch für den untertägigen Bergbau.

Für den einleitend beschriebenen Vergasungsprozeß stellt der absolute und relative Anteil an nicht umsetzbaren mineralischen Begleitmaterialien im Brennstoff, jedenfalls innerhalb bestimmter Grenzen, kein Problem dar, so daß auch Brennstoffe mit einer gegenüber den bisher eingesetzten Brennstoffen schlechteren Qualität im Sinne von höherem Aschegehalt für die Gewinnung von Synthesegas verwendet werden könnten. Dies ist sogar aus Kostengründen sehr erwünscht, da Brennstoffe mit höherem Ballastanteil merklich billiger sind. Schwierigkeiten bereitet jedoch die Tatsache, daß die Relation zwischen vergasbarem Kohlenstoff und nicht vergasbaren mineralischen Begleitstoffen in vielen Fällen bei diesen Kohlen minderer Qualität stark schwankt. Dieser Nachteil könnte selbstverständlich durch eine entsprechende Vorbehandlung der Kohle beseitigt oder doch zumindest merklich verringert werden. Damit ist jedoch eine Verteuerung des im Vergasungsprozeß verwendeten Brennstoffes verbunden, die den Kostenvorteil der Kohle minderer Qualität, der aus Wirtschaftlichkeitsgründen auch für den Vergasungsprozeß nutzbar gemacht werden muß, zumindest weitgehend beseitigt.

Der über die Dauer des Vergasungsprozesses schwankende Anteil an nicht vergasbaren Mineralien hat bei der bisher üblichen Prozeßführung den Nachteil, daß die Höhe des Festbettes und damit das Niveau der oberen Begrenzung desselben unvorhersehbaren und unkontrollierbaren Schwankungen unterliegt, die abhängen von den Schwankungen des Gehalts an unvergasbaren Bestandteilen des in den Vergaser eingeführten Brennstoffes. D. h., daß die Einhaltung der für einen störungsfreien Ablauf des Vergasungsprozesses erforderlichen Bedingung, die obere Begrenzung des Festbettes in jedem Fall unterhalb eines Niveaus zu halten, bei welchem es mit sauerstoffhaltigem Vergasungsmittel in Berührung kommt, nicht mehr

gewährleistet ist. Vielmehr besteht die Gefahr, daß auch bei nur kurzzeitigem Ansteigen des Anteils an nicht vergasbaren Feststoffen die Höhe des Festbettes soweit ansteigt, daß zumindest sein oberer Bereich in eine Zone gelangt, in die sauerstoffhaltiges Vergasungsmittel eingeblasen wird, da sich in dieser Zone normalerweise der untere Abschnitt des Wirbelbettes befindet. Dieses Ansteigen des Festbettes ist darauf zurückzuführen, daß die unvergasbaren mineralische Substanzen, soweit sie Begleitminerale darstellen, also nicht mit der Kohle verwachsen sind, sofort nach dem Eintreten in den Reaktor durch das Wirbelbett nach unten bis auf das Festbett hindurchfallen, da sie ein merklich höheres spezifisches Gewicht aufweisen als jene Partikel, die ganz oder überwiegend aus Kohlenstoff bestehen. Der höhere Anteil an unvergasbaren Substanzen kann sich aber auch dahingehend auswirken, daß die kohlenstoffhaltigen Partikel einen höheren Ascheanteil aufweisen, so daß auch hierdurch der Anteil der festen Vergasungsrückstände, der in das Festbett gelangt, größer wird und somit zu einem Anwachsen des Festbettes und somit zu einer Verlagerung der oberen Begrenzung desselben nach oben führt.

Es war bereits erläutert worden, daß das Einblasen von sauerstoffhaltigem Vergasungsmittel in das Festbett nach kurzer Zeit zu einer erheblichen Temperaturerhöhung führt, da der Kohlenstoff, der insbesondere im oberen Teil des Festbettes befindlichen C-haltigen Partikel mit dem Sauerstoff unter Bildung erheblicher Wärmemengen umgesetzt wird oder werden. Dabei entstehen Temperaturspitzen, die ein Schmelzen oder Sintern zumindest bestimmter Ascheanteile bewirken, so daß Anbackungen und Agglomeratbildungen praktisch unvermeidbar sind. Hierbei ist zusätzlich zu berücksichtigen, daß normalerweise im oberen Bereich des Festbettes ohnehin eine Anreicherung an kohlenstoffhaltigen Materialien vorhanden ist, so daß die Menge an mit dem Sauerstoff des Vergasungsmittels umsetzbaren Kohlenstoff normalerweise immer ausreichen wird, um eine zu den vorbeschriebenen unerwünschten Folgen führende Temperaturerhöhung zu bewirken. Diese Anreicherung an Kohlenstoff enthaltenden Partikeln im oberen Bereich des Festbettes ist insbesondere darauf zurückzuführen, daß normalerweise durch das Festbett von unten nach oben ein Gas geleitet wird, welches eine zu starke Verfestigung des Festbettes verhindern soll, ohne allerdings dieses soweit aufzulockern, daß es die physikalischen Eigenschaften eines Wirbelbettes hat. Bei diesem durch das Festbett geleiteten Gas, das ggf. auch die Funktion eines Kühlmediums haben kann, handelt es sich in vielen Fällen um ein endothermes Vergasungsmittel, also beispielsweise CO₂ oder Dampf.

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren der einleitend beschriebenen Art. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, dieses Verfahren so zu verbessern, daß auch feste Brennstoffe eingesetzt werden können, die einen stark schwankenden Gehalt an nicht vergasbaren Feststoffen aufweisen, ohne daß dadurch der störungsfreie Verlauf des Vergasungsverfahrens eine merkliche Beeinträchtigung erfährt.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die das Festbett bildenden festen Vergasungsrückstände aus dem Vergasungsprozeß abgezogen werden, in Abhängigkeit von der Höhe des Festbettes derartig geregelt wird, daß die obere Begrenzung des Festbettes unterhalb jenes Bereiches bleibt, in welchem sauerstoffhaltiges Vergasungsmittel in den Vergasungsprozeß eingeführt wird. Im Ergebnis bedeutet dies, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die festen Vergasungsrückstände aus dem Vergasungsprozeß bzw. dem Reaktor abgezogen werden, abhängt vom Anteil der Menge der nicht umsetzbaren Bestandteile des in den Vergasungsprozeß eingeführten kohlenstoffhaltigen Materials. Da die Erfassung dieses Anteils jedoch nicht oder nur mit großem Aufwand möglich wäre, wird die Höhe des Festbettes erfaßt, und diese als Regelgröße verwendet.

Als besonders zweckmäßig hat sich eine Verfahrensführung herausgestellt, bei welcher als Meßwert zur Bestimmung der Lage der oberen Begrenzung des Festbettes die Temperatur im Festbettbereich verwendet wird. Eine derartige Verfahrensweise beruht auf der Tatsache, daß die Temperatur im Wirbelbett normalerweise höher ist als die im Festbett, und zwar aufgrund der im Wirbelbett stattfindenden exothermen Umsetzungen. Das Festbett ist demgegenüber merklich kühler. Dies gilt insbesondere dann, wenn von der bereits erwähnten Möglichkeit Gebrauch gemacht wird, ein endotherme Umsetzungen bewirkendes Vergasungsmittel durch das Festbett strömen zu lassen, da die Umsetzungen dieses Vergasungsmittels mit dem noch im Festbett vorhandenen kohlenstoffhaltigen Partikeln zu einer merklichen Temperaturverringerung führt. Im allgemeinen wird der Temperaturunterschied zwischen Wirbelbett und oberem Abschnitt des Festbettes in der Größenordnung von 100 -300° C liegen.

Eine andere Möglichkeit sieht vor, als Meßwert zur Feststellung der Lage der oberen Begrenzung des Festbettes den Druckabfall längs des Festbettes zu verwenden. Hierbei wird die Tatsache nutzbar gemacht, daß dieser Druckabfall im Festbett merklich tiefer liegt als in einer entsprechenden Strecke gleicher Höhe im Wirbelbett.

In der Zeichnung ist als bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema ein Längsschnitt durch einen Wirbelbett-Vergaser dargestellt, wobei auf die Darstellung der Nebenaggregate z. B. für die Reinigung des Produktgases, die Abführung der festen Vergasungsrückstände usw. verzichtet wurde.

Der Vergasungsprozeß zur Herstellung von Synthesegas läuft in einem Reaktor 10 ab, in dessen unterem, von oben nach unten konisch sich verjüngenden Bereich 12 sich das Wirbelbett - (fluidisiertes Bett) 14 befindet. An dem konischen Bereich 12 schließt sich bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel nach oben hin ein zylindrischer Bereich 16 an, der die Nachvergassungszone 18 enthält.

An seinem unteren Ende geht der Reaktor 10 in ein Hosenrohr 20 über, dessen beide Abschnitte in eine Förder- und KÜhlschnecke 22 münden. Durch das Hosenrohr 20 und die Schnecke 22 werden die festen Vergasungsrückstände abgezogen, die 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 eingeführt. Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel tritt der feste Brennstoff in einer merklichen Entfernung unterhalb der oberen Begrenzung 30 des Wirbelbettes 14 in letzteres ein.

Der Reaktor 10 ist mit mehreren Zuleitungen für gasförmige Medien versehen. Die am weitesten unten befindlichen Zuleitungen 32 münden in die beiden Abschnitte des Hosenrohres 20. Sie dienen zur Zuführung eines gasförmigen Mediums zur Auflockerung des Festbettes 24. Bei diesem Medium kann es sich um ein endothermes Vergasungsmittel, beispielsweise Dampf oder CO₂, aber auch um ein inertes Medium, z. B. Stickstoff, handeln. Letzteres kann z. B. dann in Frage kommen, wenn das im Reaktor 10 hergestellte Produktgas für die Ammoniak-Synthese verwendet wird.

In dem oberhalb des Hosenrohres 20 befindlichen konischen Bereich 12 des Reaktors 10 sind sieben vertikale Abstände voneinander aufweisende Ebenen vorgesehen, in denen Vergasungsmittel in den Reaktor 10 eingeführt werden. Durch die Zuleitungen 34, 36, 38 in den unteren drei Ebenen wird endotherme Umsetzung bewirkendes Vergasungsmittel zugeführt. In den Zuleitungen 40, 41, 42, 43, die in darüber befindlichen Ebenen liegen, werden Vergasungsmittel zugeführt, die auch Sauerstoff enthalten.

Weitere Zuleitungen 44, 45, 46, 47 sind dem Nachreaktionsraum 18 zugeordnet. Durch sie werden normalerweise exotherme und endotherme Umsetzungen bewirkende Vergasungsmittel in die Nachreaktionszone 18 eingeführt.

Der durch die Schnecke 26 in den Reaktor 10 eingeführte feste Brennstoff gelangt zunächst in das Wirbelbett 14, in welchem die Brennstoffpartikel durch die Vergasungsmittel, die Entgasungsprodukte, durch Verdampfen des im Brennstoff enthaltenen Wassers entstehenden Dampf und die Umsetzungsprodukte fluidisiert wird. Die sehr kleinen, also staubförmigen Bestandteile der in das Wirbelbett eingeführten Brennstoffe werden verhältnismäßig schnell durch das die obere Begrenzung des Wirbelbettes 30 nach oben durchströmende Gas in den Nachreaktionsraum 18 mitgerissen, in welchem sie weitgehend umgesetzt werden. Das Ausmaß der Zuführung von Vergasungsmittel in den Nachreaktionsraum 18 hinein hängt insbesondere ab von der Menge des im Nachreaktionsraum 18 umzusetzenden Kohlenstoffes.

Die schwereren Partikel fallen nach unten durch das Wirbelbett 14 hindurch auf das Festbett 24. Bei diesen schwereren Partikeln kann es sich einmal um größere, überwiegend kohlenstoffhaltige Partikel handeln, die zu groß sind, als daß sie von dem das Wirbelbett von unten nach oben strömenden Gas getragen werden könnten. Zum anderen sedimentieren solche Partikel nach unten durch das Wirbelbett 14 hindurch auf das Festbett 24, deren Gewicht im Verhältnis zur Korngröße zu hoch ist. Es kann sich dabei einmal um kohlenstoffhaltige Partikel mit hohem Aschegehalt handeln. Es kann sich aber auch um solche Partikel wie z. B. Sandkörner handeln, die ausschließlich aus nicht vergasbaren Substanzen bestehen.

Das im Reaktor 10 erzeugte Produktgas wird durch eine nahe dem oberen Ende des Reaktors 10 befindliche 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 C enthalten, können über eine Leitung 54 in das Wirbelbett 14 und somit in den Reaktor 10 zurückgeführt werden.

Im unteren Abschnitt des konischen Bereiches 12 sind Temperaturfühler 57, 58, 59 in Ebenen angebracht, die verhältnismäßig kleine vertikale Abstände voneinander aufweisen.

Normalerweise, d. h. bei konstant bleibendem Anteil der nicht vergasbaren Substanzen in dem über die Schnecke 26 zugeführten Brennstoff, würde die obere Begrenzung des Festbettes 24 etwa im Bereich der Ebene 60 liegen, wobei natürlich aufgrund der Tatsache, daß alle Feststoffteile im Reaktor 10 in ständiger Bewegung sind, die obere Begrenzung des Festbettes niemals genau in einer Ebene verlaufen wird. Unmittelbar oberhalb des durch die Ebene 60 gekennzeichneten Bereiches sind die zuunterst befindlichen Düsen angeordnet, durch die über die Zuleitung 34 endo-

therme Umsetzungen bewirkendes Vergasungsmittel zugeführt wird. Für alle Einblaseebenen oder -bereiche gilt, daß die Düsen vorteilhaft über den Umfang des Reaktors verteilt angeordnet sind.

Bei schwankendem Gehalt an nicht vergasbaren Stoffen in dem in den Reaktor 10 eingeführten Brennstoff schwanken auch die Anteile der Feststoffe, die in das Festbett 24 gelangen und von dort über die Schnecke 22 abgezogen werden müssen. Dieser Tatsache wird dadurch Rechnung getragen, daß im unteren Teil des konischen Bereiches 12 ein Abschnitt 62 vorgesehen ist, der unterseitig durch die Ebene 60 und oberseitig durch eine davon in einem Abstand befindliche zweite Ebene 61 begrenzt ist. Dieser Abschnitt 62 definiert den Bereich, innerhalb dessen die Höhe des Festbettes 24 in Abhängigkeit vom Anteil der im zugeführten Brennstoff enthaltenen nicht vergasbaren Materialien variiert. D. h., daß in Abhängigkeit vom Anteil der nicht vergasbaren Materialien der Abschnitt 62 entweder vom Wirbelbett 14 oder vom Festbett 24 oder in seinem oberen Bereich vom Wirbelbett 14 und in seinem unteren Bereich vom Festbett 24 ausgefüllt ist.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel ist der untere Temperaturfühler 59 etwa in Höhe der unteren Begrenzung des Bereiches 62 angeordnet. Der obere Temperaturfühler 57 liegt etwa in Höhe der Ebene 61, die die obere Grenze des Schwankungsbereiches 62 definiert. Ein dritter Temperaturfühler 58 ist etwa in der Mitte des vertikalen Schwankungsbereiches 62 angeordnet. Die Temperaturfühler 57, 58 und 59 sind über Leitungen 64 und einem Regler 66 verbunden, der den Antrieb 68 der Förder- und Kühlschnecke 22 beeinflusst.

Wenn die obere Begrenzung des Festbettes 24 etwa in Höhe der Ebene 60 liegt, wird der Temperaturfühler 59 eine tiefere Temperatur anzeigen als die darüber angeordneten Temperaturfühler 57 und 58, dies sich dann im Bereich des Wirbelbettes 14 befinden, das sich unter der genannten Voraussetzung nach unten bis etwa zur Ebene 60 erstreckt. Die Tatsache, daß im unteren Bereich des Wirbelbettes 14 durch die Zuführungen 34, 36, und 38 ausschließlich endotherme Umsetzungen bewirkende Vergasungsmittel zugeführt werden, ist dabei ohne Belang, da innerhalb des Wirbelbettes weitgehend eine gleichmäßige Temperatur vorhanden ist. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, daß die im oberen Bereich des Wirbelbettes 14 mit dem Sauerstoff unter Wärmebildung umgesetzten Partikel aufgrund ihrer durch den Fluidisierereffekt bewirkten ständigen Bewegung auch in den unteren Teil des Wirbelbettes gelangen, so daß ein ständiger Temperatureausgleich erfolgt; das Wirbelbett 14 zeichnet sich durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit aus.

Wenn der Anteil der nicht vergasbaren Materialien in der über die Schnecke 26 zugeführten Kohle oder dgl. größer wird, nimmt auch die Höhe des Festbettes 24 zu, wobei unterstellt wird, daß die Förderschnecke 22 mit konstanter Geschwindigkeit läuft. D. h., daß dessen obere Begrenzung sich in Richtung auf die Ebene 61 bewegt. Sobald die obere Begrenzung des Festbettes 24 in den Bereich des Temperaturfühlers 58 gelangt, zeigt dieser eine Abnahme der Temperatur an, die über den Regler 66 zu einer Beeinflussung des Antriebes 68 des Schneckenförderers 22 im Sinne einer Erhöhung der Förderleistung benutzt wird. Damit werden pro Zeiteinheit mehr feste Vergasungsrückstände aus dem Festbett 24 ausgetragen. Wenn die erhöhte Förderleistung der nunmehr mit dem Brennstoff in den Reaktor eingeführten Menge an nicht vergasbaren Materialien entspricht, wird die obere Begrenzung des Festbettes 24 etwa in Höhe des Temperaturfühlers 58 bleiben, bis sich die Menge an zugeführten nicht vergasbaren Materialien wieder ändert. Falls die erhöhte Fördergeschwindigkeit der Förderschnecke 22 dazu führt, daß mehr feste Vergasungsrückstände aus dem Festbett abgezogen werden als pro Zeiteinheit nicht vergasbaren Materialien mit dem Brennstoff in den Reaktor eingeführt werden, sinkt die obere Begrenzung des Festbettes 24, bis die untere Begrenzung des Wirbelbettes 14 den Temperaturfühler 59 erreicht. Die dadurch im Bereich des Temperaturfühlers 59 bewirkte Temperaturerhöhung wird dann wieder über den Regler 66 benutzt, die Fördergeschwindigkeit der Förderschnecke 22 entsprechend zu reduzieren.

Wenn die durch das Ansteigen der oberen Begrenzung des Festbettes 24 bis zum Temperaturfühler 58 bewirkte Steigerung der Fördergeschwindigkeit der Förderschnecke 22 nicht ausreicht, um ein weiteres Ansteigen des Festbettes zu verhindern, wird dieses, wenn die Zufuhr einer entsprechend größeren Menge an nicht vergasbaren Materialien anhält, nach einer bestimmten Zeit den oberen Temperaturfühler 57 erreichen, der die durch das Ansteigen des Festbettes in diesem Bereich bewirkte Verringerung der Temperatur feststellt und über den Regler 66 eine nochmalige Erhöhung der Fördergeschwindigkeit der Förderschnecke 22 bewirkt, so daß in jedem Fall ein Ansteigen des Festbettes 24 bis in den Bereich, in den exothermes Vergasungsmittel, beispielsweise durch die Zuleitung 40, in den Reaktor 10 eingeführt wird, vermieden wird.

Es bedarf keiner Erläuterung, daß Anzahl und Anordnung der Temperaturfühler in Abhängigkeit von den jeweiligen Gegebenheiten, insbesondere der gewünschten Regelgenauigkeit und der Höhe des Schwankungsbereiches 62 gewählt werden können.

Insbesondere bei stärkerem Ansteigen des Festbettes 24, z. B. bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel bis in den Bereich oberhalb der Zuführung 36 für Vergasungsmittel hinein, können auch Zustände eintreten, die zwischen denen eines Wirbelbettes und denen eines Festbettes liegen. In jedem Fall wird, wenn das Festbett 24 die durch die Ebene 60 gekennzeichnete untere Grenze des Schwankungsbereiches 62 übersteigt, dieses eine gewisse Auflockerung durch das durch die Zuleitung 34 und ggf. auch die Zuleitung 36 zugeführte Vergasungsmittel erfahren. Dies wird jedoch normalerweise nicht zu einem fluidisierten Zustand führen, da, selbst im oberen Bereich des Festbettes 24, der Anteil an Partikeln, die zu schwer sind, als daß sie in einen fluidisierten Zustand gebracht werden könnten, überwiegt. Immerhin besteht aber die Möglichkeit, daß leichtere Partikel, die bereits ins Festbett sedimentiert waren, durch das die Zuleitungen 34 und ggf. 36 zugeführte Vergasungsmittel wieder nach oben in das Wirbelbett getragen werden, wodurch ebenfalls eine Herabsetzung der oberen Begrenzung des Wirbelbettes 24 erreicht wird. Derartige Zwischenzustände üben auf die angestrebte Regelung der Festbetthöhe keine nachteiligen Einflüsse aus, da sie den durch die Regeleingriffe verursachten Änderungen nicht entgegenwirken, normalerweise vielmehr in deren Sinn wirken.

Anstelle der vorgesehenen Temperaturfühler 57 bis 59 könne auch Meßwertgeber vorgesehen sein, die den Druck erfassen, der in diesem Bereich des Reaktors 10 herrscht. Bei der Verwendung von Druckmeßgebern wird von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß sich örtliche Druckunterschiede einstellen, die analog den vorbeschriebenen Temperaturunterschieden sind.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen bei erhöhtem Druck in einem Wirbelbett unter Verwendung von endotherm und exotherm reagierenden Vergasungsmitteln, wobei oberhalb des Wirbelbettes ein Nachvergasungsraum und unterhalb des Wirbelbettes ein Festbett aus den festen Vergasungsrückständen angeordnet ist und die Brennstoffe in das Wirbelbett eingeführt, die festen Vergasungsrückstände aus dem Festbett abgezogen und das erzeugte Synthesegas aus dem Nachvergasungsraum abge-

zogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abzugsgeschwindigkeit, mit welcher die das Festbett bildenden festen Vergasungsrückstände aus dem Vergasungsprozess abgezogen werden, in Abhängigkeit von der Höhe des Festbettes derart geregelt wird, daß die obere Begrenzung des Festbettes unterhalb jenes Bereiches bleibt, in welchem sauerstoffhaltiges Vergasungsmittel in den Vergasungsprozeß eingeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwert zur Bestimmung der Lage der oberen Begrenzung des Festbettes die Temperatur im Festbettbereich verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwert zur Feststellung der Lage der oberen Begrenzung des Festbettes der Druck in diesem Bereich verwendet wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

4. Reaktor zur Herstellung von Synthesegas aus festen Brennstoffen unter Verwendung von endotherm und exotherm reagierenden Vergasungsmitteln mit einem Wirbelbett, einem darüber angeordneten Nachvergasungsraum und einem unterhalb des Wirbelbettes befindlichen Festbett aus den festen Vergasungsrückständen und mit einer Einrichtung zum Einführen der festen Brennstoffen in das im Reaktor befindliche Wirbelbett und einer Einrichtung zum Abziehen der festen Vergasungsrückstände aus dem Festbett, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor mit Einrichtungen zum Feststellen der Lage der Grenze zwischen Wirbelbett (14) und Festbett (24) versehen ist und die Einrichtung zum Abziehen der festen Vergasungsrückstände in Abhängigkeit von der Lage dieser Grenze geregelt wird.

