



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) 0153 128

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) C 10 J 3/00  
C 10 J 3/54

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 10 J/ 224 044  
(31) P2938711.9

(22) 22.09.80  
(32) 25.09.79

(44) 23.12.81  
(33) DE

(71) RHEINISCHE BRAUNKOHLWERKE AG; KOELN, DE  
(72) SCHARF, HANS-JOACHIM, DR.-ING.; DE;  
(73) RHEINISCHE BRAUNKOHLWERKE AG; KOELN, DE  
(74) PATENTANWALTSBUERO BERLIN, 1130 BERLIN, FRANKFURTER ALLEE 286

(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUM VERGASEN VON FESTEN KOHLENSTOFFHALTIGEN SUBSTANZEN

(57) Beim Vergasen von festen, kohlenstoffhaltigen Substanzen unter Verwendung eines wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels wird ein Teil des im Produktgas enthaltenen Methans in einer Spaltanlage unter Zusatz von Wasserdampf zur Gewinnung des wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels gespalten, wobei die Spaltanlage wenigstens zum ueberwiegenden Teil mit der Verbrennungswaerme des bei der Vergasung anfallenden Restkokes beheizt wird. Die Vergasung wird im Wirbelbett durchgefuehrt. Der Restkoks wird in einer Wirbelschicht-Feuerung verbrannt, wobei die Waermeabfuhr unmittelbar in der Verbrennungs-Wirbelschicht auf die Heizflaeche der Spalteinrichtung erfolgt. -Figur-

Verfahren und Anlage zum Vergasen von festen, kohlenstoffhaltigen Substanzen

Anwendung der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zum Vergasen von festen, kohlenstoffhaltigen Substanzen, insbesondere Braunkohle, unter Verwendung eines wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels, bei welchem ein Teil des im Produktgas enthaltenen Methans in einer Spaltanlage unter Zusatz von Wasserdampf zur Gewinnung des wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels gespalten und die Spaltanlage wenigstens zum überwiegenden Teil mit der Verbrennungswärme des bei der Vergasung anfallenden Restkokes beheizt wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Durch die DE-OS 17 96 050.8 ist es bekannt, beim Vergasen von Kohle, insbesondere Braunkohle, den Restkoks zur Deckung des Wärmebedarfs des Vergasungsverfahrens zu verbrennen. Bei einer Anlage zur hydrierenden Vergasung von Kohle gemäss DE-OS 27 04 465 geschieht dies durch Verwendung des Restkokes für die Beheizung des Spaltofens, in welchem der für die Vergasung notwendige Wasserstoff erzeugt wird. Dabei soll der Spaltofen entweder direkt mit Restkoks oder aber mit dem Gas beheizbar sein, das durch Vergasen des Restkokes hergestellt wird. Die letztgenannte Möglichkeit weist den Nachteil auf, dass sie eine zusätzliche Einrichtung zwecks Vergasen des Restkokes benötigt.

Aber auch bei der direkten Beheizung des Spaltofens durch die Verbrennungswärme des Restkokes können Schwierigkeiten auftreten, beispielsweise derart, dass insbesondere bei hohem Aschegehalt Schwierigkeiten in der Brennkammer durch Ascheschmelzen zu erwarten sind. Ausserdem besteht an den nachgeschalteten Berührungsflächen Verschmutzungsgefahr, die eine entsprechende Leistungsverminderung zur Folge hat.

**Ziel der Erfindung:**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der einleitend beschriebenen Art so zu verbessern, dass der Spaltofen in besonders zweckmässiger, der Beschaffenheit des Restkokes angepasster Weise beheizt wird, wobei der verfahrenstechnische und apparative Aufwand gering bleibt. Dies soll auch bei schlechten Brenneigenschaften des Restkokes möglich sein.

**Darlegung des Wesens der Erfindung:**

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, dass die Vergasung in der Wirbelschicht durchgeführt und der Restkoks in einer Wirbelschicht-Feuerung verbrannt wird und die Wärmeabfuhr unmittelbar in der Verbrennungs-Wirbelschicht zumindest auf Teilbereiche der Heizflächen der Spalteinrichtung erfolgt. Dieses Verfahren weist eine Reihe entscheidender Vorteile auf:

Die Vergasung einerseits und Verbrennung des Restkokes andererseits sind aufeinander abgestimmt. Da der Restkoks aus einem Wirbelschicht-Reaktor stammt, bringt er von vornherein die für die Aufrechterhaltung einer Wirbelschicht-Feuerung notwendigen Voraussetzungen, z. B. Korngrösse und Korngrössenverteilung, mit. Die Wirbelschichtfeuerung ermöglicht eine ausserordentlich kompakte Bauweise, die - im Vergleich zu anderen Feuerungen - zu geringeren Investitionskosten und zu geringeren Wärmeverlusten führt. Die kompakte Bauweise ergibt sich insbesondere aus der Tatsache,

dass die Rohre des Röhrenspaltofens direkt in die Wirbelschicht eintauchen und dadurch im Vergleich zu den üblichen Rauchgasfeuerungen sehr hohe Wärmeübergangszahlen erreicht werden. Es ist ohne weiteres möglich, die Verbrennung in der Wirbelschicht bei Temperaturen zwischen 800 und 950° C, vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 850 und 950° C ablaufen zu lassen. Diese Temperaturen sind für den Steam-Reformung-Prozess, der im Spaltofen abläuft, besonders günstig. Der gute Wärmeübergang innerhalb der Wirbelschicht führt auch dazu, dass in der gesamten Wirbelschicht im wesentlichen einheitliche Temperaturen herrschen, so dass Überhitzungen an Teilbereichen des Röhren-Spaltofens nicht zu befürchten sind. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Wirbelschicht-Feuerung keine hohen Anforderungen an die Brenneigenschaften des Restkokes stellt. Dies gilt insbesondere auch für den Aschegehalt des Restkokes, der durch Änderungen hinsichtlich des Vergasungsgrades der eingesetzten Kohle merkbare Unterschiede aufweisen kann. Aufgrund der kompakten Bauweise erfordert die Anlage auch geringere Investitionskosten als eine Einrichtung herkömmlicher Art.

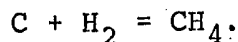
Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung.

**Ausführungsbeispiel:**

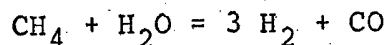
In der Zeichnung ist als Ausführungsbeispiel das Schaltbild einer Anlage zur hydrierenden Vergasung von Braunkohle dargestellt.

Die Braunkohle 11 wird in einem Trockner 12 getrocknet und in den Wirbelschichtreaktor 14 eingebracht. Das über die Leitung 16 zugeführte, überwiegend aus H<sub>2</sub> bestehende Vergasungsmittel dient auch zur Aufrechterhaltung der Wirbelschicht. Die Umsetzung erfolgt exotherm entsprechend

der Reaktion



Das aus dem Reaktor 14 kommende Gasgemisch, das insbesondere noch überschüssiges  $H_2$  enthält, gelangt über eine Leitung 17 nach Abkühlung in einen Wärmetauscher 18 in eine Einrichtung 20, in der es von Feststoffen befreit wird. In einer weiteren Einrichtung 22 erfolgt die Abtrennung unerwünschter gasförmiger Komponenten, beispielsweise  $CO_2$ . Eine Einrichtung 23 dient der Trennung von  $CH_4$  und  $H_2$  und ggf.  $CO$ . Ein Teil des  $CH_4$  gelangt über eine Leitung 24 in einen Spaltofen 26, nachdem zuvor bei 28 über eine Leitung 29 Dampf zugegeben worden war, so dass im Spaltofen 26 die endotherme Reaktion



abläuft.

Das resultierende, im wesentlichen  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $H_2O$  und  $CO_2$  enthaltende Gasgemisch gelangt über eine Leitung 30 und einen Wärmetauscher 32, in der es unter Wärmeabgabe an das durch die Leitung 27 in den Spaltofen 26 strömende Methan-Dampf-Gemisch abgekühlt wird, in eine Einrichtung 33, in welcher unter Zusatz von Wasserdampf der  $CO$ -Anteil des Gasgemisches zu  $CO_2$  konvertiert wird, das in einer nachgeschalteten Einrichtung 34 in der üblichen Weise herausgewaschen wird. Von dort gelangt das überwiegend aus  $H_2$  bestehende Gemisch über die Leitung 16 als Reaktions- und Fluidierungsmittel in den Wirbelschicht-Reaktor 14.

Der im Reaktor 14 anfallende Restkoks, der bei einem Vergasungsgrad von beispielsweise 50 oder 60% noch erhebliche Mengen an C enthält, wird aus dem unter Überdruck betriebenen Reaktor 14 herausgeschweisst, wobei er im Bedarfsfall z. B. in einer dem Reaktor 14 nachgeschalteten Kühleinrichtung 36 auf eine seine Handhabung ermöglichende Temperatur heruntergekühlt wird. Er gelangt, wie durch die gestrichelte Linie 38 angedeutet, in eine Feuerung 40, in der er innerhalb einer Wirbelschicht, deren obere Grenze etwa bei 42 verläuft, verbrannt wird. Die Verbrennungsluft wird über eine Leitung 44 zugeführt. Sie dient zugleich auch als Fluidierungsmittel. Der im allgemeinen als Röhren-Spaltofen ausgebildete Spaltofen 26 befindet sich innerhalb der eigentlichen Wirbelschicht. Weiterhin ist in dieser der Dampferzeuger 46 angeordnet, dem ein durch das Abgas der Wirbelschicht-Feuerung beheizter Vorwärmer 48 vorgeschaltet ist. Die Wasserzufuhr ist mit 50 bezeichnet. Dem Dampferzeuger 46 ist ein durch das Rauchgas der Wirbelbettfeuerung beheizter Überhitzer 52 nachgeschaltet. Der einen Druck von beispielsweise 110 bar und eine Temperatur von beispielsweise 535° C aufweisende Dampf gelangt über eine Leitung 54 in eine einen Generator 56 antreibende Turbine 58. Über letztere wird über die Anzapfleitung 29 Dampf mit einem Druck beispielsweise von etwa 40 - 50 bar, und einer Temperatur von ca. 400° C der Einrichtung 28 zugeführt, in welcher die Vermischung mit dem Methan vor Einführung des resultierenden Gemisches in den Röhren-Spaltofen 26 erfolgt. Ferner ist eine Anzapfleitung 60 vorgesehen, über die Dampf mit einem Druck von etwa 5 bar und einer Temperatur von 170° C dem Trockner 12 zugeführt wird, in welchem die Braunkohle getrocknet wird.

Der in der Einrichtung 23 abgetrennte Wasserstoff kann über eine Leitung 61 direkt in die Leitung 16 und von dort in

den Wirbelbettreaktor 14 zurückgeführt werden.

Das aus der Wirbelbett-Feuerung 40 austretende Abgas gelangt über eine Leitung 62 in eine Reinigungseinrichtung 63 und ggf. von dort nach Abscheiden der Reststoffe ins Freie.

Von der Turbine 58 können weitere Anzapfleitungen abgehen. Der in der Wirbelschichtfeuerung 40 erzeugte Dampf und die im Generator 56 erzeugte elektrische Energie reichen bei entsprechender Auslegung der Anlage aus, um deren gesamten Energiebedarf zu decken.

Selbstverständlich sind noch weitere Einrichtungen, die die Anlage ergänzen, denkbar. So könnte das in der Trenneinrichtung 23 abgetrennte CO unter Zusatz von Wasserdampf zu CO<sub>2</sub> konvertiert werden, wobei der so frei werdende Wasserstoff ebenfalls als Vergasungsmittel in den Reaktor 14 geführt werden kann.

Falls die Restkoksmenge nicht ganz ausreichen sollte, um den Wärmebedarf der Wirbelbettfeuerung zu decken, besteht ohne weiteres die Möglichkeit, den Restbedarf durch andere in das Wirbelbett zu gebende Brennstoffe, beispielsweise Rohbraunkohle, zu decken.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zum Vergasen von festen, kohlenstoffhaltigen Substanzen, insbesondere Braunkohle, unter Verwendung eines wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels, bei welchem ein Teil des im Produktgas enthaltenen Methans in einer Spaltanlage unter Zusatz von Wasserdampf zur Gewinnung des wasserstoffhaltigen Vergasungsmittels gespalten und die Spaltanlage wenigstens zum überwiegenden Teil mit der Verbrennungswärme des bei der Vergasung anfallenden Restkokes beheizt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergasung im Wirbelbett vorzugsweise unter Überdruck durchgeführt und der Restkoks in einer Wirbelschicht-Feuerung verbrannt wird und die Wärmeabfuhr unmittelbar in der Verbrennungs-Wirbelschicht zumindest auf Teilbereiche der Heizflächen der Spalteinrichtung erfolgt.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennung in der Wirbelschicht bei Temperaturen zwischen 800 und 950° C, vorzugsweise zwischen 850 und 950° C, durchgeführt wird.
3. Anlage zur Durchführung des Verfahrens gemäss Punkt 1 oder 2 mit einem Wirbelbett-Reaktor, einem Spaltofen für die Spaltung von Methan und einer Einrichtung zur Erzeugung und/oder Überhitzung von Wasserdampf, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit dem Restkoks aus dem Vergasungsreaktor (14) beschickbare Wirbelschicht-Feuerung (40) vorgesehen ist, in die wenigstens Teilbereiche der Heizflächen des Spaltofens (26) eintauchen.
4. Anlage nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen (46, 52) innerhalb der Wirbelschicht und/oder oberhalb derselben im Rauchgas angeordnet sind.

5. Anlage nach Punkt 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer im Rauchgasbereich angeordnet ist.

6. Anlage nach Punkt 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens Teilbereiche der Wärmeübergangsflächen des Verdampfers (46) innerhalb der Wirbelschicht angeordnet sind.

7. Anlage nach einem der vorhergehenden Punkte 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein dem Verdampfer (46) nachgeordneter Überhitzer (52) durch das Rauchgas beheizbar ist.

8. Anlage nach einem der vorhergehenden Punkte 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Economizer vorgesehen ist, der durch das Abgas beheizbar ist.