



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 258 454 A1

4(51) F 23 C 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 23 C / 300 596 3

(22) 09.03.87

(44) 20.07.88

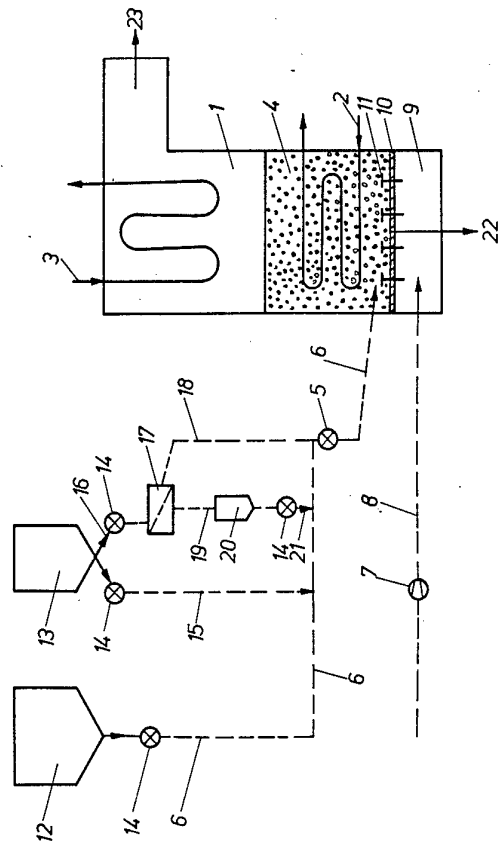
(71) VEB Dampferzeugerbau Berlin, Behrenstraße 21/22, Berlin, 1086, DD

(72) Prillwitz, Horst, Dipl.-Ing.; Kieser, Joachim, Dr. rer. nat.; Böse, Detlef, Dr.-Ing.; Jakobsen, Hans-Jürgen, Dr.-Ing.; Tittelwitz, Günter, Dr.-Ing.; Wirth, Horst, Dipl.-Ing.; Seewald, Jürgen, Dipl.-Ing.; Jahns, Helmut, Dipl.-Ing.; Schinkel, Wilhelm, Dr.-Ing.; Schiffel, Reinhard, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, fest, fossilen Brennstoffen

(55) Wirbelschicht, Verbrennung, Brennstoff, Natriumoxidgehalt, Wirbelbettmaterial, Additiv, Dolomit, MgO/CaO-Masseverhältnis, Korngrößenspektrum, Dampferzeuger, Heißwassererzeuger

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen mit einem Natriumoxidgehalt von bis zu etwa 2,5–4% im wasserfreien Brennstoff. Sie kommt in Dampf-, Heißwasser- oder Prozeßwärmeerzeugern zur Anwendung. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß als Wirbelbettmaterial und als Additiv mit dem Brennstoff innerhalb oder außerhalb der Wirbelschicht innig vermischter Dolomit mit einem durch ein MgO/CaO-Masseverhältnis von etwa 0,5 gekennzeichneten Mindestgehalt an Magnesium und mit einem Korngrößenspektrum von $> 0,4$ mm verwendet wird. Damit wird ein sporadisches Verkleben praxisrelevanter Bettmassepartikelanteile sowie das Aufwachsen von Bettmassepartikeln bei gleichzeitiger Realisierung einer hocheffektiven Einbindung gasförmiger Schadstoffe vermieden. Figur



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen mit einem Natriumoxidgehalt von bis zu ca. 2,5–4% im wasserfreien Brennstoff, wobei mit Wirbelschichttemperaturen von ca. 700°C bis ca. 850°C, Rauchgas-Leerrohrgeschwindigkeiten von ca. 1 m/s bis ca. 4 m/s bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungen bzw. von ca. 2 m/s bis ca. 8 m/s bei zirkulierend betriebenen Wirbelschichtfeuerungen und globalen Luftverhältniszahlen von mindestens 1,15 bei weitestmöglicher Vermeidung von lokalen, reduzierenden Zonen gefahren wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Wirbelbettmaterial und als Additiv mit dem Brennstoff innerhalb oder außerhalb der Wirbelschicht innig vermischter Dolomit mit einem durch ein MgO/CaO-Masseverhältnis von ca. 0,5 gekennzeichneten Mindestgehalt an Magnesium und mit einem Korngrößenspektrum von > 0–4 mm verwendet wird.
2. Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die erforderliche innige Durchmischung von Dolomit und Brennstoff außerhalb des Wirbelschichtverbrennungsraumes durch Aufpudern des Dolomits auf den aus dem Brennstoffbunker abgezogenen Brennstoff oder durch die Einspeisung beider Stoffe in ein gemeinsames pneumatisches Fördersystem realisiert wird.
3. Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei einem separaten Eintrag von Brennstoff und Dolomit in den Wirbelschichtverbrennungsraum der Dolomit und zumindest auch der unterhalb der jeweiligen Austragskorngröße liegende Feinkornanteil des Brennstoffes in den unteren Teil der Wirbelschicht eingetragen wird.
4. Verfahren zur Wirbelschichtverbrennung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der zur Betaauffüllung verwendete Dolomit vor seinem Eintrag in den Wirbelschichtverbrennungsraum durch eine Siebklassierung weitestgehend von dem zur Austragsklasse gehörenden Fraktionsanteil befreit wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung kommt bei der Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen mit einem Natriumoxidgehalt von bis zu ca. 2,5–4% im wasserfreien Brennstoff in Dampf-, Heißwasser- oder Prozeßwärmeerzeugern zur Anwendung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Wirbelschichtfeuerungen sind bekanntlich für die Verbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen prinzipiell besser als konventionelle Rost-, Staub- oder gar Schmelzkammerfeuerungen geeignet, da sich in ihnen wegen der hier gegenüber den Vergleichsfeuerungsanlagen stark verbesserten Stoff- und Wärmeübertragungsverhältnisse bei geeigneter wärme- und strömungstechnischer Dimensionierung eine nahezu vollkommene und vollständige sowie zündstabile Verbrennung bereits ab Wirbelschichttemperaturen von etwa 700°C–750°C realisieren läßt und dadurch die vornehmlich aus dem Alkaliengehalt der salzhaltigen Brennstoffe resultierende und in großtechnischen Anlagen mit konventionellen Feuerungsanlagen trotz sehr aufwendiger Sonderkonstruktionen sowie zusätzlicher Reinigungseinrichtungen entweder überhaupt nicht oder aber nur mit wirtschaftlich unverträglichem Aufwand betriebspraktisch beherrschbare Heizflächenverschmutzungs- sowie -verschlackungsproblematik entscheidend entschärft werden kann.

In Wirbelschichtfeuerungsanlagen läßt sich eine möglichst vollständige und vollkommene Verbrennung fester, fossiler Brennstoffe nur dann realisieren, wenn durch eine bei globalem Luftüberschuß und ausreichend hohen Wirbelschichttemperaturen vorgenommene wesentliche Streckung der Verbrennungszone das Auftreten von stark reduzierenden Bedingungen an den verbrennenden Brennstoffpartikeln weitgehend vermieden wird. Daher wird in Wirbelschichtfeuerungen die Konzentration an Brennbarem durch die Anwesenheit eines entsprechenden Masseanteils von über das gesamte Wirbelschichtvolumen hinreichend gleichmäßig verteilt und mit dem Brennstoff gut vermischten Feststoffpartikeln aus einem oder mehreren, bezüglich der eigentlichen Verbrennung im wesentlichen inerten Materialien („Inertstoffen“) auf größenordnungsmäßig 1% herabgesetzt.

Als solche, auch schon bei jedem Anfahrvorgang benötigte Inertstoffe werden beispielsweise Quarz- oder Flußsande, Schamottekies, Kunststoffpartikeln oder Kalksteinsplitt mit solchen Korngrößenspektren und Korngrößenverteilungen eingesetzt, mit denen unter allen der Auslegung zugrunde gelegten Betriebsbedingungen eine ausreichend starke Fluidisation der Bettmassepartikeln gewährleistet werden kann.

Während der Wirbelschichtverbrennung fester, aschehaltiger Brennstoffe kommt es zu einer Freilegung der in den Brennstoffpartikeln enthaltenen Aschepartikeln. Außerdem werden mit dem Brennstoff auch die mit ihm abgebauten festen Brennstoff-Begleitminerale in die Wirbelschicht eingetragen. Dies führt bei Wirbelschichtfeuerungsanlagen

niedrigexpandierten (den sogenannten „langsamen“ oder „stationär betriebenen“) Wirbelschichten in Abhängigkeit von dem Aschegehalt des Brennstoffes, von der die Verflüchtigung sowie die Granulations- und/oder Agglomerationsneigung der Aschebestandteile mitbestimmenden Aschezusammensetzung, der Korngrößenverteilung der Aschepartikeln sowie von den in der eigentlichen Wirbelschicht und dem nachfolgenden Beruhigungsraum (Freeboard) vorhandenen Strömungs- und Temperaturverhältnissen zu einer mehr oder weniger starken Eigenbettbildung. Wenn die mit dem Brennstoff in die Wirbelschicht eingetragenen Aschepartikeln überwiegend so klein sind, daß sie unter den betrieblichen Strömungsrandbedingungen aus der Wirbelschicht und dem Beruhigungsraum ausgetragen werden, kann es infolge des zusätzlichen Austrags von Partikeln des Erstbettes (insbesondere, wenn diese einem praxisrelevanten Abrieb unterliegen) während des Betriebes dieser Wirbelschichtfeuerungsanlagen auch zu einer Verringerung der in der Wirbelschicht verbleibenden Bettmasse-Masse (zu einer „negativen“ Eigenbettbildungsbilanz) kommen. Im Falle der zur Senkung der gasförmigen Schwefeloxid- und Halogenwasserstoff-Emissionen häufig praktizierten zusätzlichen Einspeisung fester Sorbentien (Additive) zur möglichst weitgehenden Einbindung dieser Schadstoffe in die feste Phase verbleibt bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungen der Teil der Additive, dessen Partikeldurchmesser während der gesamten Wirbelschicht-Verweilzeit oberhalb der im jeweiligen Anwendungsfall auftretenden Austragskorngröße liegt, unter der Voraussetzung eines hinsichtlich der Sichtung von aus der Wirbelschicht infolge der Blasenruptionen hinausgespritzten größeren Bettmassepartikeln ausreichend groß dimensionierten Freeboards, letztlich in der Wirbelschicht. Die daraus resultierende Bettbildung ist der vorgenannten Eigenbettbildung überlagert. Somit kommt es bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen ohne entsprechende kompensatorisch wirkende Maßnahmen bzw. Einrichtungen zu mehr oder weniger starken zeitlichen Änderungen der in die Wirbelschicht eingespeicherten Gesamtmasse von Bettmaterialien und folglich selbst bei ansonsten primär unverändert gebliebenen Betriebsbedingungen zu adäquaten zeitlichen Änderungen der Betriebswirbelschichthöhe. Aus verfahrenstechnischen und ökonomischen Gründen muß die Wirbelschichthöhe und somit auch die in der Wirbelschicht befindliche Gesamtmasse von Bettmaterialien in stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen auf bestimmte, anlagen-, betriebs- und brennstoffspezifische Toleranzbereiche begrenzt werden. Daher ist hier bei einer positiven Bettmassen-Bildungsbilanz ein entsprechender Anteil der Bettmasse kontinuierlich oder diskontinuierlich aus der Wirbelschicht zu entfernen bzw. bei negativer Bettmassen-Bildungsbilanz ein entsprechender Anteil an bettbildenden Feststoffen zusätzlich zum Brennstoff- und sonst erforderlichen Additiv-Massestrom in die Wirbelschicht kontinuierlich oder diskontinuierlich einzutragen. Bei Wirbelschichtfeuerungsanlagen mit hochexpandierten (den sogenannten „schnellen“ oder „zirkulierend betriebenen“) Wirbelschichten ist der Bilanzraum für die Bettmassebilanz gegenüber den stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungen um die der Wirbelschicht für eine geregelte Rezirkulation eines bestimmten Teiles der Rauchgase und/oder Bettmasse nachgeordneten Bauteile (Abscheidevorrichtung, Wärmetauscher, Bettmasse-Rückföhrereinrichtung...) zu erweitern.

Aus der gesamten (in analoger Weise von der Größe der mit dem Brennstoff eingetragenen Bettmassepartikeln sowie der Additivpartikeln abhängigen) Bettmassebilanz im Hinblick auf die Erreichung bestimmter Betriebsparameter erforderlich werdende Veränderungen der in die Wirbelschichtfeuerungsanlage eingespeisten Brennstoff-, Bettmasse- und Additiv-Masseströme werden hier im allgemeinen auf der Rezirkulationsstrecke vorgenommen. Die Gesamtmasse der in die Wirbelschicht von stationär oder zirkulierend betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen jeweils eingespeicherten Bettmassepartikeln läßt sich in der betriebstechnischen Praxis bei Kenntnis des im betrachteten Betriebspunkt auftretenden Anströmboden-Druckverlustes sowie des oberhalb der Wirbelschicht (bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungen einschließlich der Spritzerzone) herrschenden statischen Druckes aus dem statischen Druck in dem, dem Anströmboden vorgeschalteten Luftkasten ermitteln. Mit einer Ausnahme (Vorschlag des Einsatzes von Kaolin als Bettmasse) ist in allen zur Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen bisher offenbarten verfahrenstechnischen Lösungsvorschlägen letztlich von dem bei allen anderen bislang untersuchten Bettmasse- und Additivarten (auch bei einer breiten Variation von deren Korngrößenverteilungen) festgestellten Erfahrungstatbestand ausgegangen worden, wonach selbst unter den prozeßspezifisch schon günstig gewählten Randbedingungen

- Wirbelschichttemperaturen zwischen rd. 700°C und rd. 850°C
- Rauchgas-Leerrohrgeschwindigkeiten von vorzugsweise rd. 1 m/s (bei Teillast) bis rd. 4 m/s bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungen, rd. 2 m/s bis rd. 8 m/s bei zirkulierend betriebenen Wirbelschichtfeuerungen,
- globale Luftverhältnisse von vorzugsweise mindestens 1,15 und weitgehende Vermeidung von lokalen, reduzierenden Zonen infolge der die eigentliche Verbrennung begleitenden Stoffumsetzungen und Stofftransportvorgänge eine vornehmlich granulatorische Vergrößerung der Bettmassepartikeln aufgetreten ist. Dieses Aufwachsen der Bettmassepartikeln führt ohne kompensatorische Eingriffe relativ schnell zu Bettmasse-Partikelgrößen, die nicht mehr unter allen zu gewährleistenden Betriebsbedingungen so stark fluidisiert werden können, wie es zur Vermeidung zu hoher örtlicher Übertemperaturen bzw. zur Vermeidung einer Agglomeration, einer Agglutination und/oder des Frittens von Bettmassepartikeln, d. h. zur Verhinderung der Defluidisation sowie des Zusammenbackens großer Bettmasseanteile erforderlich wäre. Um die Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen trotz des elementaren Aufwachsens (Granulierens) der Bettmassepartikeln über längere Betriebszeiträume aufrechtzuerhalten, sind verschiedentlich spezielle Maßnahmen vorgeschlagen worden. Bis auf den vorstehend bereits angeführten Vorschlag zum Einsatz von Kaolin als Bettmaterial laufen alle diese Vorschläge letztlich nur darauf hinaus, bei der Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen Brennstoffen eine ausreichende Wirbelfähigkeit der Bettmassepartikeln dadurch über längere Betriebszeiträume zu gewährleisten, daß kontinuierlich oder diskontinuierlich ein hinreichend großer Anteil der eingesetzten Bettmasse gegen genügend feines (frisches oder wiederaufbereitetes) Bettmaterial ausgetauscht wird. Eine solche Verfeinerung („Verdünnung“) der Bettmasse führt bei stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen zwar zu einer Verringerung des in der Wirbelschicht befindlichen Masseanteils grober Partikeln und somit auch zu einer entsprechenden Verringerung des mittleren repräsentativen Bettmasse-Partikeldurchmessers sowie zu einer Verbesserung des globalen Fluidisationszustandes. Durch solche teilweisen Bettmasseerneuerungen (Bettmassewechsel) werden aber bei weitem nicht alle, für die Realisierung einer ausreichenden Fluidisationsstärke zu groben Bettmassepartikeln aus dem Wirbelbett entfernt. Die im Wirbelbett verbliebenen zu groben Bettmassepartikeln sind mögliche Ausgangspunkte für zumindest örtliche Defluidisationserscheinungen bzw. Bettmasseagglomerationen mit den vorstehend genannten möglichen betriebsgefährdenden Folgen. Mit jedem teilweisen, jeweils nur etwa gleichgroße Verdünnungsgrade realisierenden Bettmassewechsel erhöht sich die Korngröße und der Masseanteil der im Wirbelbett verbleibenden, hinsichtlich einer

ausreichenden Fluidisation zu groben Bettmassepartikeln, so daß zur Aufrechterhaltung hinreichend starker Fluidisationszustände die Bettmasseauschustraten (letztlich bis hin zu totalen Bettmassewechsell) erhöht werden müssen. Die wegen des genannten praxisrelevanten Aufwachsens der Bettmassepartikeln erforderlich werdenden Bettmassewechsel (mit den über das, durch die vorstehend erörterte Bettmasse-Massebilanz bedingte natürliche Maß hinausgehenden Bettmasseentnahmen) bewirken nicht nur erhebliche Kosten zur Bereitstellung und beim Eintrag des zusätzlichen Bettmasse-Massestroms sondern auch beträchtliche Prozeßwärmeverluste.

Außerdem geht mit der Vergrößerung der Bettmassepartikeln eine Verringerung des äußeren Wärmeübertragungskoeffizienten der Wirbelschicht und somit der Effektivität von in der Wirbelschicht bzw. in der daran anschließenden Spritzerzone angeordneten Heizflächen einher. Die daraus bei ansonsten unveränderten Randbedingungen verursachte Verringerung der Wärmeaufnahme dieser Heizflächen erfordert an stationär betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen zur Aufrechterhaltung des ohne Partikelvergrößerung gerade gefahrenen Wirbelschichttemperaturniveaus eine entsprechende Vergrößerung des Heizflächenbedeckungsgrades, also eine adäquate Erhöhung der Wirbelschichthöhe. Die Realisierung des deswegen zusätzlich benötigten Wirbelschichthöhen-Regelbereiches erfordert erhebliche zusätzliche Investitions- und Betriebskosten.

In zirkulierend betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen zwingt die bei der Verbrennung von stark salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen bei Verwendung der vorstehend genannten üblichen Bettmassen (Inertstoffe und Additive) gleichfalls auftretende granulatorische Vergrößerung der Bettmassepartikeln auch zu einer analogen Erhöhung der (hier auf der Rezirkulationsstrecke im Abscheidersystem realisierten) Bettmasse-Ausustraten.

Darüber hinaus kann es auch hier ohne den Einsatz entsprechender Additive zu einem sporadischen Verkleben praxisrelevanter Bettmasseanteile mit der Folge von agglomerationsbedingten Betriebsabbrüchen kommen. Die hinsichtlich der granulatorischen Vergrößerung der Bettmassepartikeln erörterten nachteiligen Zusammenhänge gelten zur Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen Brennstoffen offenbarte Verfahren, mit dem bei Einhaltung definierter Fluidisations- und Verbrennungsbedingungen durch den Einsatz eines erdalkalihaltigen festen Additivs (z. B. Kalksteinsplitt mit einem Feinkornanteil von 20% bis 30% kleiner 0,2 mm) gleichzeitig

- als Bettmaterial,
- als Additiv zur Rauchgasentschwefelung sowie zum Abbinden der sich an den Bettmassepartikeln ausbildenden klebrigen Oberflächen und
- für einen gezielten Bettmasseausaustausch (zur Vermeidung des Auftretens bzw. zur Beseitigung zu stark vergrößerter Bettmassepartikeln)

die hierbei stets auftretenden Vergrößerungen der Bettmassepartikeln beherrscht, Bettmasse-Zusammenballungen verhindert und die Schwefeldioxid-Emissionen wesentlich reduziert werden sollen.

Es ist ein Bettmaterial (kaolinhaltige Mineralien) vorgeschlagen worden, mit dem bei der Wirbelschichtverbrennung fester, salzhaltiger Brennstoffe eine weitgehende Einbindung der in diesen Brennstoffen enthaltenen Alkalien ohne eine Vergrößerung des Bettmaterials erreichbar ist.

Nachteilig ist bei diesem Verfahren, daß für die Einbindung der bei der Verbrennung primär gasförmig freigesetzten Schwefeloxide und Halogenwasserstoffe in die feste Phase zusätzlich zu den kaolinhaltigen Mineralien hierfür geeignete Sorbentien (Additive, z. B. Kalkstein) in die Wirbelschichtverbrennung eingespeist werden müssen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, salzhaltige, feste, fossile Brennstoffe mit bis zu ca. 2,5–4% Natriumoxid im wasserfreien Brennstoff in stationär oder zirkulierend betriebenen atmosphärischen oder druckaufgeladenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen wirtschaftlich und sehr umweltfreundlich zu verbrennen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer möglichst vollkommenen und möglichst vollständigen, zündstabilen Wirbelschichtverbrennung von salzhaltigen, festen, fossilen Brennstoffen ein Klebrigwerden von Bettmassepartikeln mit der Folge des Auftretens von Agglomerationen, Agglutinationen oder des Frittens sowie ein Aufwachsen der hinsichtlich der eigentlichen Verbrennung inerten Bettmassepartikeln bei gleichzeitiger Realisierung einer hocheffektiven Einbindung gasförmiger Schadstoffe so weitgehend zu vermeiden, daß unter allen normalen Betriebsbedingungen stets eine für die Vermeidung von betriebsgefährdenden Fluidisationsstörungen ausreichend starke Fluidisierung des gesamten Wirbelbettes gewährleistet bleibt, ohne über das durch die Eigenbettbildungs- und Additivmassestrombilanz sowie durch die Schichthöhenregelung bestimmte natürliche Maß hinausgehende Bettmasseentnahmen bzw. -wechsel vornehmen zu müssen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß als Wirbelbettmaterial und als Additiv mit dem Brennstoff innerhalb oder außerhalb der Wirbelschicht innig vermischter Dolomit mit einem durch ein MgO/CaO-Masseverhältnis von ca. 0,5 gekennzeichneten Mindestgehalt an Magnesium und mit einem Korngrößenspektrum von > 0–4 mm verwendet wird. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die erforderliche innige Durchmischung von Dolomit und Brennstoff außerhalb des Wirbelschichtverbrennungsraumes durch Aufpodern des Dolomits auf den aus dem Brennstoffbunker abgezogenen Brennstoff oder durch die Einspeisung beider Stoffe in ein gemeinsames pneumatisches Fördersystem realisiert.

Bei einem separaten Eintrag von Brennstoff und Dolomit in den Wirbelschichtverbrennungsraum wird der Dolomit und zumindest auch der unterhalb der jeweiligen Austragskorngröße liegende Feinkornanteil des Brennstoffes in den unteren Teil der Wirbelschicht eingetragen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird der zur Betauffüllung verwendete Dolomit vor seinem Eintrag in den Wirbelschichtverbrennungsraum durch eine Siebklassierung weitestgehend von dem zur Austragsklasse gehörenden Fraktionsanteil befreit.

In betriebstechnischen Untersuchungen wurde überraschenderweise herausgefunden, daß bei einem Einsatz von Dolomit, mit den gekennzeichneten Charakteristiken, sowohl als Bettmaterial als auch Additiv, die in der Aufgabenstellung dargelegten

Wirkungen erzielt werden können. Der der Wirbelschicht zuzuführende Massestrom an Dolomit ergibt sich, abgesehen von dem für die Erstbettbildung bzw. die Mitaufrechterhaltung des inerten Wirbelbettes erforderlichen Massestrom, zwangsläufig durch Messung bzw. Beobachtung der im Sinne der Erfindung relevanten Parameter:

- Schwefeldioxid- und Halogenwasserstoff-Emissionsgrenzwerte
- sporadisches Verkleben praxisrelevanter Bettmassepartikel-Anteil (Agglomeration, Agglutination, Fritten)
- Aufwachsen von Bettmassepartikeln (Granulation)

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die dazugehörige, stark vereinfachte Zeichnung zeigt einen Wirbelschichtverbrennungsreaktor 1 mit einer Wirbelschicht-Tauchheizfläche 2 und einer Freeboard-Heizfläche 3, in dessen unterem Bereich zur Erstbildung des Wirbelbettes 4 zunächst nur klassierter Dolomit (mit einem möglichst hohen Anteil an einerseits bettbildenden, also oberhalb der Austragsgrenze liegenden, aber noch ausreichend stark fluidisierbaren Partikeln) und danach der salzhaltige Brennstoff und der Dolomit über eine gemeinsame, gegen das Rückströmen von feststoffbeladenen Rauchgasen durch geeignete Einrichtungen 5 (z. B. Zellenradschleusen, Sperrluftverbindungen, erforderlichenfalls Absaugen dennoch rückströmender Rauchgase mittels Industriestaubsauger) weitestgehend abgedichtete Eintragsleitung 6 eingetragen werden und dem die Wirbel- und Verbrennungsluft von einem Gebläse 7 über eine Luftleitung 8, einen Luftverteilungskasten 9 sowie einen mit Düsenstöcken 11 versehenen Anströmboden 10 in dem hinsichtlich der ausreichenden Fluidisierung sowie der Realisierung des angestrebten Verbrennungsluftverhältnisses jeweils erforderlichen Volumenstrom zugeführt wird. Die Größen des Brennstoff- und des Dolomitmassesstromes werden über die, den jeweiligen Vorratsbehältern, Bunker 12, für den salzhaltigen Brennstoff bzw. Bunker 13, für den Dolomit, nachgeordneten separaten Zellenradschleusen 14, den jeweiligen Brennstoff- und Dolomitverhältnissen sowie den jeweils angestrebten Betriebsparametern (thermische Feuerungsleistung, Wirbelschichttemperatur, Schwefeldioxid- und Halogenwasserstoff-Emissionswerte im Abgas 23, Vermeidung eines relevanten Aufwachsens von Bettmassepartikeln...) angepaßt.

Die bei einer positiven Bettmasse-Bildungsbilanz (d. h. bei auftretendem Schichthöhenwachstum) zur Begrenzung der Wirbelschichthöhe auf den der wärme- und strömungstechnischen Auslegung zugrundegelegten Toleranzbereich spätestens bei Erreichen der oberen Toleranzgrenze erforderlich werdende Reduzierung der im Wirbelschichtreaktor 1 befindlichen Wirbelmasse läßt sich durch einen entsprechenden diskontinuierlichen Bettmasseablaß über die Bettmasse-Entsorgungsleitung 22 vornehmen. Die beim Auffüllen des Wirbelbettes wirtschaftlich sinnvolle Beschickung des Wirbelschichtreaktors 1 möglichst nur mit bettbildenden Dolomitfraktionen läßt sich nährungsweise dadurch realisieren, daß der Dolomit in diesen Betriebsphasen nicht über die ansonsten benutzte Förderstrecke 15, sondern über die Bypassstrecke 16 und 18 in die gemeinsame Brennstoff-/Dolomit-Eintragsleitung 6 eingespeist wird, wobei in der Sieb- und Klassiereinrichtung 17 zuvor das unterhalb der Austragspartikelgröße liegende Dolomitfeinkorn abgetrennt worden ist. Das Dolomitfeinkorn wird über die Förderleitung 19 in einen Zwischenbunker 20 eingespeichert, von dem aus es nach dem Auffüllen des Wirbelbettes 4 bedarfsgerecht über eine Zellenradschleuse 14 sowie über die Förderleitung 21 in die gemeinsame Feststoffeintragsleitung 6 dosiert eingespeist werden kann.

Bei der Verbrennung einer salzhaltigen Rohbraunkohle mit

- einem von > 0 mm bis 20 mm reichenden Korngrößenspektrum,
- den Elementaranalysenwerten
(Mittelwerte über den Versuchszeitraum, Angaben in Ma.-%, bezogen auf den grubenfeuchten Rohzustand),
Wassergehalt $W_t^f = 52,1$
Aschegehalt $A^f = 7,4$
Kohlenstoffgehalt $C^f = 29,5$
Wasserstoffgehalt $H^f = 2,12$
Schwefelgehalt $S_c^f = 1,56$ (verbrennlicher Anteil)
Stickstoff- und Sauerstoffgehalt $(N + O)^f = 7,32$
Stickstoffgehalt $N^f = 0,3$

— einem Heizwert von $Q_i^f = 10,5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$,

- den Aschevollanalysenwerten
(Mittelwerte über den Versuchszeitraum, Angabe in Ma.-%)

SiO_2	=	7,2
Fe_2O_3	=	5,0
Al_2O_3	=	3,1
CaO	=	21,3
MgO	=	5,1
Na_2O	=	16,2
K_2O	=	0,6
SO_3	=	33,6
Cl	=	7,3

und somit

- einem Alkalioxid-Masseanteil von $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^f = 1,27\%$ bzw. $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^d = 2,66\%$ (bezogen auf den wasserfreien Brennstoff) konnte an einer halbtechnischen Versuchsanlage (thermische Feuerungsleistung: 1,5 bis 2,0 MW) bei einer spezifischen thermischen Wirbelschicht-Querschnittsbelastung von ca. 2,0 bis 2,5 ($\text{MW}_{\text{thermisch}} \cdot \text{m}^{-2}$) durch die Zudosierung von Dolomit mit
 - einem von > 0 bis 3 mm reichenden Korngrößenspektrum,
 - einer Korngrößenverteilung mit

3 bis 6 % (Ma.-%)	> 2,0 mm
25 bis 35 %	> 1,0 mm

50 bis 60 %	> 0,5 mm
60 bis 70 %	> 0,315 mm
70 bis 80 %	> 0,2 mm
85 bis 95 %	> 0,09 mm
4 bis 8 %	> 0,063 mm

— einem, diese Korngrößenverteilung repräsentierenden mittleren Partikeldurchmesser von $d_{50} = 0,5$ bis $0,6$ mm sowie

— den Aschevollanalysenwerten
(Mittelwerte über den Versuchszeitraum, Angabe in Ma.-%)

Fe ₂ O ₃	= 1,6
Al ₂ O ₃	= 1,1
SiO ₂	= 3,1
CaO	= 30,0
MgO	= 16,8
SO ₃	= —
Cl	= 2,5
Na ₂ O	= 0,2
K ₂ O	= 0,5
Glühverlust	= 44,2

und in einem zwischen ca. 7% bis ca. 10% liegenden Massestromanteil (bezogen auf den jeweils gefahrenen Brennstoffmassstrom) ein über 200 Betriebsstunden währender Langzeitbetrieb bei

- Wirbelschichttemperaturen zwischen 750°C und 850°C,
- Luftverhältniszahlen von 1,2 bis 1,5
- Rauchgas-Leerrohrgeschwindigkeiten im Wirbelschichtverbrennungsraum von rd. 2,0 bis rd. 3,0 m/s
- Kohlenmonoxidgehalten im Abgas von weniger als 0,04 Vol.-%
- Schwefeldioxidgehalten im Abgas von weniger als 0,014 Vol.-%
- Chlorwasserstoffgehalten im Abgas von weniger als 120 mg/m³ (bezogen auf das trockene Rauchgasvolumen im Normzustand bei einem O₂-Gehalt von 7 Vol.-%)
- Stickoxidgehalten im Abgas unter 200 mg/m³ (bezogen auf das trockene Rauchgasvolumen im Normzustand bei einem O₂-Gehalt von 7 Vol.-%)

und bei

- Feuerungswirkungsgraden von mindestens 98%

problemlos und insbesondere ohne jedwede Indizien für einen praxisrelevanten Bettmasse-Granulationsvorgang durchgeführt werden.

In diesem Langzeitversuch hat der mittlere repräsentative Bettmassepartikeldurchmesser während der gesamten Versuchsdauer nur in einem Bereich von $d_{50} = 0,5$ mm bis $d_{50} = 0,6$ mm geschwankt.

