

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 226 140
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 86116899.5

(51)

Int. Cl.4: F23C 11/02

(22)

Anmeldetag: 04.12.86

(30)

Priorität: 16.12.85 DE 3544425

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.87 Patentblatt 87/26

(64)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71)

Anmelder: **STEAG AG**
Bismarckstrasse 54 Postfach 10 37 62
D-4300 Essen 1(DE)

(72)

Erfinder: **Reichert, Günter, Dipl.-Ing.**
Weg zur Platte 26a
D-4300 Essen 1(DE)
Erfinder: **Thelen, Franz, Dipl.-Ing.**
Mittelstrasse 15
D-4330 Mülheim(DE)
Erfinder: **Benesch, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Natorpstrasse 38
D-4630 Bochum(DE)

(74)

Vertreter: **Zenz, Joachim Klaus, Dipl.-Ing. et al**
ZENZ & HELBER Patentanwälte Am
Ruhrstein 1
D-4300 Essen 1(DE)

(54)

Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einer zirkulierenden Wirbelschicht.

(57)

Bei einem Verfahren zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einem Wirbelschichtreaktor (1) mit zirkulierender Wirbelschicht, wobei der Verbrennungsablauf durch Zuführung von Luft in mehreren Stufen und in verschiedenen Höhen des Wirbelschichtreaktors beeinflusst wird und wobei aus dem Wirbelschichtreaktor ausgetragene Asche abgeschieden und in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt wird, werden optimale Verbrennungsbedingungen über einen großen Lastbereich, insbesondere für Leistungen unterhalb 50 MW_{th} auf einfache Weise dadurch erreicht, daß abgeschiedene Asche bei einer Temperatur im Bereich zwischen 20 und 250°C in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt und dabei die Menge des zurückgeführten Aschestroms in Abhängigkeit von der Feuerraumtemperatur geregelt wird. Hierzu dienen bevorzugt ein ungekühlter Brennraum (2), ein vertikal durchströmter, Kühlflächen (8, 9, 10, 11) aufweisender, das Rauchgas mindestens einmal umlenkender Rauchgaskühler (6; 7) und ein filternder

Staubabscheider (14), die hintereinander angeordnet sind, und eine von dem Staubabscheider (14) zum Reaktorraum (2) führende Ascherückführung (24).

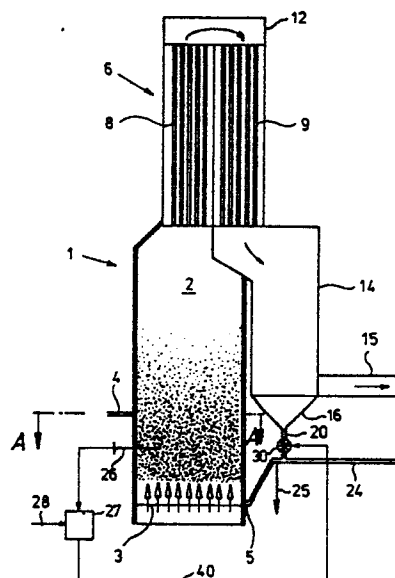


Fig. 1

EP 0 226 140 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einer zirkulierenden Wirbelschicht

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einem Wirbelschichtreaktor mit zirkulierender Wirbelschicht, wobei der Verbrennungsablauf durch Zuführen von sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere von Luft, in wenigstens zwei Stufen und in unterschiedlichen Höhen des Wirbelschichtreaktors beeinflusst wird, Verbrennungswärme über Kühlflächen abgeführt wird, Verbrennungsprodukte, enthaltend Asche und Abgas, aus dem Wirbelschichtreaktor ausgetragen, Asche aus den Verbrennungsprodukten abgeschieden und nachfolgend in den Wirbelschichtreaktor wenigstens teilweise zurückgeführt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Zur Zeit gibt es zwei grundlegende Verfahren zum Verbrennen kohlenstoffhaltiger Materialien in der Schwebe unter Abführen von Verbrennungswärme durch Kühlflächen: (1) Die Wirbelschichtfeuerung mit "stationärer" Wirbelschicht, bei der eine vergleichsweise dichte, das Wirbelbett bildende "Schicht" durch einen deutlichen Dichtesprung vom darüberliegenden, praktisch feststofffreien Gasraum getrennt ist, und (2) das Arbeiten mit einer "zirkulierenden" Wirbelschicht, bei dem der aus dem Wirbelschichtreaktor ausgetragene Feststoff in einem Abscheider vom Rauchgas getrennt und vollständig über eine Rückführleitung in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt wird, während überschüssiger Feststoff abgezogen wird. Mit der stationären Wirbelschicht sind in den meisten Fällen die heutigen Auflagen zur Reinhaltung der Luft nicht mehr einhaltbar. Bekannte, hinsichtlich der Reinhaltung der Luft an sich günstigere Verfahren mit zirkulierenden Wirbelschichten können bei wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nur im Leistungsbereich oberhalb von etwa 50 MW_{th} eingesetzt werden.

Aus dem Deutschen Patent 25 39 546 ist ein Verfahren zum Verbrennen fester Brennstoffe in einer zirkulierenden Wirbelschicht bekannt, bei dem die Anpassung an den jeweiligen Leistungsbedarf dadurch erfolgt, daß die Kühlflächen zumindest im Reaktorraum und gegebenenfalls auch in einem nachgeordneten Fließbettkühler angeordnet sind. Zwecks Beeinflussung des Wärmeüberganges wird an die Kühlflächen oberhalb einer Sekundärgaszuführung eine mittlere Suspensionsdichte von 15-100 kg/m³ durch Einstellen der Fluidisierungs- und Sekundärgasmenge geschaffen und die Verbrennungswärme überwiegend mittels der oberhalb des Sekundärgaszuführung innerhalb des freien Reaktorraumes befindlichen Kühlflächen abgeführt. Durch diese Verfahrens-

weise sollen (a) eine für zirkulierende Wirbelschichten charakteristische Temperaturkonstanz im gesamten Zirkulationssystem, (b) eine gleichmäßige Verbrennung bei geringer Stickoxidentwicklung und (c) eine rasche und gute Verteilung des eingetragenen kohlenstoffhaltigen Materials erreicht werden. Die Anpassung an schwankenden Leistungsbedarf geschieht durch Regelung der Verbrennungsleistung über die Suspensionsdichte im oberen Reaktorabschnitt, und zwar durch Änderung der Fluidisierungs- und Sekundärgasmengen..

Eine großtechnische Anwendung der zirkulierenden Wirbelschicht als Mittel zur Verbrennung fester Brennstoffe konnte für den Leistungsbereich unterhalb von etwa 50 MW_{th} bisher nicht realisiert werden, da der erforderliche Umgang mit heißer, zu rezirkulierender Asche zu aufwendig erschien, eine für Kleinanlagen verhältnismäßig aufwendige Feuerraumkühlung notwendig ist und bewährte einfache Heizflächensysteme, wie Großwasserraum- oder Steilrohr-Kessel o.ä. nicht eingesetzt werden konnten; schließlich waren auch der regelungstechnische Aufwand und die Anforderungen an das Betriebspersonal relativ hoch.

Davon ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art und eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens zu schaffen, denen die vorerwähnten Nachteile nicht anhaften und mit denen sich optimale Verbrennungsbedingungen in einem erweiterten Leistungsbereich, insbesondere unterhalb von etwa 50 MW_{th} mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand einstellen lassen.

Verfahrensmäßig wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß wenigstens eine Teilmenge der abgeschiedenen Asche bei einer Temperatur im Bereich zwischen 20 und 250°C in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt, die Temperatur im Wirbelschichtreaktor an wenigstens einer Stelle gemessen und die wenigstens eine rückgeführte Asche-Teilmenge in Abhängigkeit von der im Wirbelschichtreaktor gemessenen Temperatur geregelt wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens ist im Anspruch 11 definiert.

Durch die Erfindung entfallen die bei bekannten Verfahren notwendigen Heißgaszyklone und Feuerraumberührungen, und es werden einerseits die zur Kühlung der Asche speziell eingesetzten Fließbettkühler überflüssig, und andererseits können selbst im niedrigen Leistungsbereich unterhalb von 50 MW_{th} bewährte und billige Großwasserraumkessel eingesetzt werden. Ein

Großwasserraum-Rauchrohrkessel oder ein Wasserrohrkessel kann dem eigentlichen Wirbelschichtreaktor unmittelbar nachgeschaltet, beispielsweise direkt aufgesetzt werden.

Der überwiegende Teil der zurückgeführten Asche wird aus einem den Kühlflächen nachgeschalteten, also im kalten Teil der Anlage angeordneten Staubabscheidesystem gewonnen. Die aus den Staubabscheidern gewonnene und rückgeführte Aschemenge läßt sich problemlos so regeln, daß die für die Verbrennung und Schadstoffreduzierung optimalen Temperaturen im Wirbelbett aufrechterhalten werden. Eine wesentliche Voraussetzung für eine problemlose Regelung der optimalen Temperaturen durch Rückführung kalter Asche liegt darin, daß der Feuer- bzw. Reaktorraum ganz oder zumindest überwiegend ungekühlt bleibt.

Um die optimalen Verbrennungsbedingungen über einen großen Lastbereich insbesondere unterhalb von 50 MW_{th} und bei Einsatz fester Brennstoffe in einem breiten Qualitätsbereich, einschließlich Ballastfeinkohle und Abfallbrennstoffen, leichter einstellen zu können, ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die abgeschiedene Asche zwischengespeichert und eine von der Brennstoffbeschaffenheit abhängige Aschemenge aus dem Zwischenspeicher ausgespeichert und in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt wird.

Der aus dem Staubabscheidesystem zurückgeführte Teil der Asche hat bei Austritt aus dem Staubabscheidesystem eine Temperatur von weniger als 250°C. Der restliche Teil der zurückgeführten Asche kann sich auf höherer Temperatur befinden, wenn er durch Umlenkung in einem heißen Teil des Kreislaufs anfällt. Durch mehrfache Umlenkungen und Abscheiden im kalten Teil des Systems steht Asche mit unterschiedlichen Temperaturen bzw. aus als Zwischenspeicher dienenden Vorratsbehältern zur Verfügung. Die Mengenanteile und Temperaturen der rückgeführten Asche können daher vorzugsweise im Rahmen einer automatischen Mengenregelung derart ausgewählt werden, daß die für die Verbrennung und Schadstoffminimierung optimalen Verbrennungstemperaturen eingehalten werden.

Die Rückführung der abgeschiedenen Asche zur Feuerung kann über eine offene oder eine geschlossene Rückführleitung, so u.a. auch pneumatisch oder mittels eines mechanischen Förderers erfolgen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der drei bevorzugte Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Verbrennungsanlage dargestellt sind.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Verbrennungsanlage nach der Erfindung.

Fig. 1A ist eine schematische Schnittansicht entlang der Linie A-A in Fig. 1 durch den Reaktorraum mit Darstellung der Sekundärgaszuführung.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine Verbrennungsanlage ähnlich derjenigen gemäß Fig. 1 mit zusätzlichen Staubabscheidestufen.

Fig. 3 zeigt eine modifizierte Verbrennungsanlage nach der Erfindung in schematischer Darstellung.

In Fig. 1 bis 3 sind alle gleichwirkenden Bauteile mit denselben Bezugsziffern versehen. In allen Ausführungsbeispielen ist ein mit keramischem Material, insbesondere durch Ausmauern ausgekleideter Wirbelschichtreaktor vorgesehen. Der Reaktor- oder Feuerraum 2 ist völlig frei von Kühlflächen und weist einen Anströmboden 3 für Wirbelgas und mindestens eine oberhalb des Anströmbodens 3 in den Feuerraum 2 mündende Sekundärgasleitung 4 sowie eine Feststoffaufgabevorrichtung 5 auf. Durch etwa tangentielle Sekundärgaseinführung in Richtung der Pfeile 4a in Fig. 1A in die Wirbelschicht wird ein Drall erzeugt, der die Gas-Feststoff-Suspensionen in eine die Mischung fördernde Drehbewegung versetzt.

Bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und 2 verläßt das Rauchgas die ungekühlte Wirbelschichtkammer 2 im wesentlichen ohne Umlenkung, strömt innerhalb eines als Großwasserraum-Rauchrohrkessel oder Wasserrohrkessel ausgebildeten Rauchgaskühlers 6 zunächst senkrecht nach oben und gibt erst außerhalb der Wirbelschichtkammer 2 einen ersten Teil seiner Wärme an Kühlflächen 8 ab. Mittels eines nachgeordneten, als Rauchgasumlenker 12 dienenden Rohrbogens o.dgl. wird das Rauchgas nachfolgend um 180° umgelenkt und strömt dann durch eine zweite Stufe des Rauchgaskühlers 6 wieder senkrecht nach unten, wobei es einen weiteren Teil seiner Wärme an Kühlflächen 9 abgibt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten einfachsten Ausführungsform der Verbrennungsanlage gelangt das den Rauchgaskühler 6 verlassende Rauchgas in fallendem Strom in einen Staubabscheider 14, der z.B. als Elektro- oder Schlauch-Filter ausgebildet ist und dessen Rauchgasberührungsflächen 6 zur zusätzlichen Abscheidung von Schadstoffen eine Beschichtung aus katalytisch wirkendem Material aufweisen können.

Das so gereinigte Rauchgas verläßt den Staubabscheider 14 über eine Rauchgasleitung 15, von der es unmittelbar in den Kamin gelangt. Der in dem Staubabscheider 14 insgesamt abgeschiedene, überwiegend aus Asche bestehende Feststoff sammelt sich in mindestens einem Abscheidetrichter 16, der vorzugsweise als A-

schevorratsbehälter oder Zwischenspeicher ausgebildet ist. Die im Abscheidetrichter 16 zwischengespeicherte Asche hat durch Kühlung im Kühler 6 eine für den Eintrag in den Reaktorraum geeignete Temperatur im Bereich unterhalb von 250°C erreicht. Sie wird durch mindestens eine an den Abscheidetrichter 16 unten ansetzende Ascheabscheideleitung 20 und eine Dosiervorrichtung 30 einem mit der Feststoffaufgabevorrichtung 5 verbundenen Fördersystem 24 aufgegeben, an dem auch ein Austrag 25 für Überschußasche vorgesehen ist. Der Rückführleitung 24 können auch alle anderen der Feuerung zuzuführenden Materialien, nämlich die Brennstoffe und ggfs. Additive zur Schadstoffminderung, z.B. Kalk, aufgegeben werden. Diese Stoffe bilden gemeinsam innerhalb des Feuerraumes 2 des Wirbelschichtreaktors ein sogenanntes ausgedehntes Bett.

Die dem Fördersystem 24 aufzugebene Menge an abgeschiedener Asche wird bei der Erfindung geregelt in Abhängigkeit von der Temperatur im Feuerraum 2. Zu diesem Zweck wird die Temperatur im Feuerraum über wenigstens einen Temperaturfühler 26 gemessen, der Temperaturmeßwert einem Regler oder Prozessor 27 zugeführt und mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen. Die Sollwerteingabe ist schematisch durch die Leitung 28 dargestellt. Der Sollwert kann von Hand oder nach einem Ablaufprogramm automatisch eingegeben werden. Das Prozessorausgangssignal steuert über eine Leitung 40 die Dosiervorrichtung 30 und damit die rückgeführte Menge an relativ kalter Asche. Je nach Heizwert, Wärmebelastung der Verbrennungsanlage und Temperatur der rückgeführten Asche wird die Dosiervorrichtung 30 so eingestellt, daß vorzugsweise 0,5 bis 3 kg Asche/s pro MW Feuerungsleistung in den Feuerraum 2 rückgeführt werden.

Das beschriebene System zur Regelung der Ascherückführung arbeitet prinzipiell wie folgt: Steigt die Feuerraumtemperatur (26) aus irgendwelchen Gründen über den Sollwert (28), so wird die Menge des aus dem Staubabscheidesystem rückgeführten Aschestromes gesteigert. Diese rückgeführte Asche, die schon mindestens einmal aus dem Feuerraum ausgetragen wurde, ist so fein, daß sie bei erneuter Zufuhr zum Feuerraum denselben wieder verläßt, wobei sie Wärme aufnehmen und aus dem Feuerraum zu den Kühlflächen transportieren kann. Als Folge davon sinkt die Feuerraumtemperatur.

Soll die Feuerraumtemperatur erhöht werden, dann wird die rückgeführte Aschemenge entsprechend gedrosselt. Eine Schwankung der Feuerraumtemperatur im Bereich von $850 \pm 70^\circ\text{C}$ er-

scheint für das Verfahren unbedenklich. Dies entspricht einer Schwankung in der rückgeführten Aschemenge von $\pm 10\%$, die von der Regelung nicht ausgeglichen werden muß.

Im Unterschied zur Fig. 1 ist bei der abgewandelten Verbrennungsanlage gemäß Fig. 2 in Strömungsrichtung des Rauchgases zwischen dem Rauchgaskühler 6 und dem Staubabscheider 14 eine Rauchgasumlenkung 13 angeordnet, die den fallenden Rauchgasstrom nach oben umlenkt und in ihrem unteren Bereich einen Abscheidetrichter 17 mit nachgeordneter Ascheabscheideleitung 21 aufweist. Durch die Leitung 21 kann im Trichter 17 gespeicherte Asche, dosiert durch eine Dosiervorrichtung 31, in das als Sammelleitung ausgebildete Fördersystem 24 abgegeben werden. Der in Fig. 2 gezeigte Staubabscheider 14 hat zwei Abscheidetrichter 16 mit zugehörigen Abscheideleitungen 20, die über Dosiervorrichtungen 30a und 30b Ascheteilmengen in das Fördersystem 24 leiten. Die Dosiervorrichtungen 30a und 30b sind vom Prozessor 27 vorzugsweise über getrennte Signalwege 40a und 40b steuerbar. Die Dosiervorrichtung 31 wird über eine Steuerleitung 44 gesteuert. Mit den zusätzlichen Abscheidetrichtern erhöht sich das Volumen des insgesamt verfügbaren Aschevorrats auf der kalten Seite des Verbrennungskreislaufs, so daß stärkere Schwankungen der Wärmebelastung durch bessere Dosierung der Aschemengen und unterschiedliche Aschetemperaturen kompensiert werden können. Außerdem steht so Asche unterschiedlicher Körnung zur Verfügung, die, bedingt durch ihre unterschiedliche Aufenthaltszeit im Feuerraum, als zusätzliche Regelgröße herangezogen werden kann. Die Temperatur der über die Leitungen 20 aus den Abscheidetrichtern 16 abgezogenen Asche beträgt etwa 100°C bis 250°C , während die Temperatur der Asche aus der Umlenkung 13 höher liegen kann.

In der Ascherückführleitung 22 für ungekühlte, also heiße Asche ist ebenso wie in den anderen Rückführleitungen eine Dosiervorrichtung 32 angeordnet, die vom Prozessor 27 über eine Leitung 42 mit einem Steuersignal zur Einstellung des Mengenstroms steuerbar ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 passiert das Rauchgas nach Verlassen des Wirbelschichtreaktors 1 und vor Eintritt in den Kühler 7, eine Umlenkung 13', die mit einem Abscheidetrichter 18 und einer Ascherückführleitung 22 ausgestattet ist. Im Rauchgaskühler 7 gibt das Rauchgas im zunächst fallenden Strom einen ersten Teil seiner Wärme an Kühlflächen 10 ab. Am unteren Ende des Rauchgaskühlers 7 ist eine Rauchgasumlenkung 13'' angeordnet, in der das Rauchgas um etwa 180° umgelenkt wird, so daß es nachfolgend im nunmehr steigenden Gasstrom

einen weiteren Teil seiner fühlbaren Wärme an Kühlflächen 11 des Rauchgaskühlers 7 abgibt, worauf es, nach weiterer Umlenkung, einen der Fig. 2 entsprechenden Staubabscheider 14 durchströmt.

Der Rauchgasumlenkung 13 ist ein weiterer Abscheidetrichter 19 mit Ascherückführleitung 23, Dosiervorrichtung 33 und Steuerleitung 43 zugeordnet.

Die Ascheabscheideleitungen 20, 22 und 23 münden in das (Rück) Fördersystem 24, wobei die Temperatur der Asche in den Abscheideleitungen 20 (kalte Seite) etwa 100°C bis 250°C, in der Ascheabscheideleitung 23 etwa 400°C bis 600°C und in der Ascheabscheideleitung 22 etwa 700°C bis 850°C beträgt. Der Prozessor 27 ist so programmiert, daß er die Dosiervorrichtungen 30-33 für dosierten Ascheabzug durch die einzelnen Ascheabscheideleitungen zur Aufrechterhaltung der Feuerraumtemperatur in einen gewünschten Solltemperaturbereich steuert.

In allen zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen wird die Temperatur in der Wirbelschicht auf etwa 850°C ± 70°C gehalten. Vorzugsweise kalte Asche (im Temperaturbereich zwischen 20 und 250°C) wird durch Rückführung aus stets vorhandenen Staubabscheidern 14 und Umlenkern, z.B. 17, in einer der Feuerungsleistung entsprechenden Menge zurückgeführt. Die Feuer- bzw. Reaktorkammer 2 ist stets ungekühlt, d.h. ohne Wärmetauscheinbauten.

Ansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einem Wirbelschichtreaktor mit zirkulierender Wirbelschicht, wobei der Verbrennungsablauf durch Zuführen von sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere von Luft, in wenigstens zwei Stufen und in unterschiedlichen Höhen des Wirbelschichtreaktors beeinflußt wird, Verbrennungswärme über Kühlflächen abgeführt wird, Verbrennungsprodukte, enthaltend Asche und Abgas, aus dem Wirbelschichtreaktor ausgelesen, Asche aus den Verbrennungsprodukten abgeschieden und nachfolgend in den Wirbelschichtreaktor wenigstens teilweise zurückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Teilmenge der abgeschiedenen Asche bei einer Temperatur im Bereich zwischen 20 und 250°C in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt, die Temperatur im Wirbelschichtreaktor an wenigstens einer Stelle gemessen und die wenigstens eine rückgeführte Asche-Teilmenge in Abhängigkeit von der im Wirbelschichtreaktor gemessenen Temperatur geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die im Wirbelschichtreaktor erzeugte Wärme erst außerhalb des Feuerraums in einem nachgeschalteten Kühlsystem aus den Asche enthaltenden Verbrennungsprodukten abgezogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Teilmenge der in den Verbrennungsprodukten abgeführten Asche nach einem ersten Kühlschritt durch wenigstens ein nachgeschaltetes Staubabscheidesystem abgeschieden wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abgeschiedene Asche in wenigstens einem Zwischenspeicher zwischengespeichert wird und daß wenigstens eine Teilmenge dem Zwischenspeicher dosiert entnommen und in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt wird, um die Feuerraumtemperatur bei unterschiedlichen Belastungen regeln zu können.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Wirbelschichtreaktor zurückzuführende Teilmenge der Asche mit anderen festen Eintragsstoffen, insbesondere wenigstens einer weiteren Asche-Teilmenge, festen Brennstoffen, Additiven zur Schadstoffminderung und/oder Mischungen aus den vorgenannten Stoffen, gemischt und danach über einen gemeinsamen Eintrag in den Wirbelschichtreaktor eingeleitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ausgetragene Asche enthaltenden Verbrennungsprodukte entlang eines Strömungsweges im Kühlsystem wenigstens einmal umgelenkt werden und daß nach der Umlenkung wenigstens eine Asche-Teilmenge aus den Verbrennungsprodukten abgeschieden wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Asche-Teilmengen mit unterschiedlichen Aschetemperaturen in den Wirbelschichtreaktor eingeführt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine rückgeführte Teilmenge der Asche in Abhängigkeit von der Feuerraumtemperatur derart geregelt wird, daß die Feuerraumtemperatur in einem für die Verbrennungsbedingungen der Brennstoffe günstigen Temperaturbereich gehalten wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Meßwert der Feuerraumtemperatur in Prozessormittel eingegeben und ein Sollbereich der Feuerraumtemperatur in den Prozessormitteln vorgegeben wird, daß der wenigstens eine Meßwert mit dem vorgegebenen Sollbereich verglichen wird und daß wenigstens ein Steuersignal zur Änderung des Mengenstroms der wenigstens einen, in den Feuer-

raum zurückgeführten Asche-Teilmenge entwickelt wird, wenn die gemessene Feuerraumtemperatur außerhalb des vorgegebenen Sollbereichs liegt, um die Feuerraumtemperatur auf den Sollbereich zurückzustellen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollbereich der Feuerraumtemperatur zwischen etwa 780 und 980°C liegt.

11. Vorrichtung zum Verbrennen von festen Brennstoffen in einem Wirbelschichtreaktor (1) mit zirkulierender Wirbelschicht, enthaltend einen Reaktorraum (2) mit bodenseitigen Mitteln (3) zur Zuführung von Wirbelgas für die Erzeugung der Wirbelschicht, Mittel (5) zum Zuführen von festen Brennstoffen und der zirkulierenden Wirbelschicht in den Reaktorraum, Mittel zum Austragen von Verbrennungsprodukten aus dem Reaktorraum entlang eines vorgegebenen Strömungsweges, wobei der Strömungsweg wenigstens eine Umlenkung enthält, Kühlflächen (8, 9; 10, 11) zum Abführen von Verbrennungswärme aus den Verbrennungsprodukten, Abscheidemittel (14) zum Abscheiden von Asche aus den Verbrennungsprodukten und Ascherückführmittel (20, 24), die mit dem Reaktorraum verbunden sind, zum Rückführen von Asche in den Reaktorraum,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein ungekühlter Reaktorraum (2), wenigstens ein vorzugsweise vertikal durchströmter, mit Kühlflächen (8, 9; 10, 11) versehener Rauchgaskühler (6; 7) und wenigstens ein filternder Staubabscheider (14) in Strömungsrichtung der Verbrennungsprodukte hintereinander angeordnet sind, daß dem Staubabscheider (14) wenigstens ein Speicher (16, 19) zur Zwischenspeicherung der abgeschiedenen Asche zugeordnet ist, daß Mengenstrom-Dosiermittel (30a, 30b, 33) zum Dosieren von dem wenigstens einen Speicher (16, 19) entnommener Asche mit einer Ascherückführleitung (20, 21, 22, 23) verbunden sind, daß wenigstens eine Temperaturmeßeinrichtung (26) zur Messung der Wirbelschichttemperatur an wenigstens einer Stelle des Reaktorraums (2) und Steuermittel (27, 40a, 40b, 41; 42, 43) zum Regeln der in den Feuerraum rückgeführten Menge der Asche in Abhängigkeit von der gemessenen Feuerraumtemperatur vorgesehen sind, wobei die Steuermittel mit der Meßeinrichtung (26) und den Mengenstrom-Dosiermitteln gekoppelt sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorraum (2) mit keramischem Material ausgekleidet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rauchgaskühler (6; 7) als Großwasserraum-Rauchrohrkessel oder als Wasserrohr-Kessel ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß an den ungekühlten Reaktorraum (2) ein vertikal durchströmter Rauchgaskühler (6) angeschlossen ist, der wenigstens einen U-förmigen Rauchgasumlenker hat.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Reaktorraum (2) und dem Staubabscheider (14) mindestens eine Umlenkung (13; 13'; 13'') angeordnet ist und daß aus den vorhandenen Umlenkungen weitere Asche höherer Temperatur abgezweigt und in den Reaktorraum (2) über Ascheleitungen (21, 22, 23) zurückgeführt wird.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Rauchgasumlenker (13') einen unteren Abschnitt (18) aufweist, von dem eine als Rückführleitung dienende Ascheabscheideleitung (22) für heiße Asche abzweigt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Staubabscheider (14) eine Beschichtung aus katalytisch wirkendem Material aufweist.

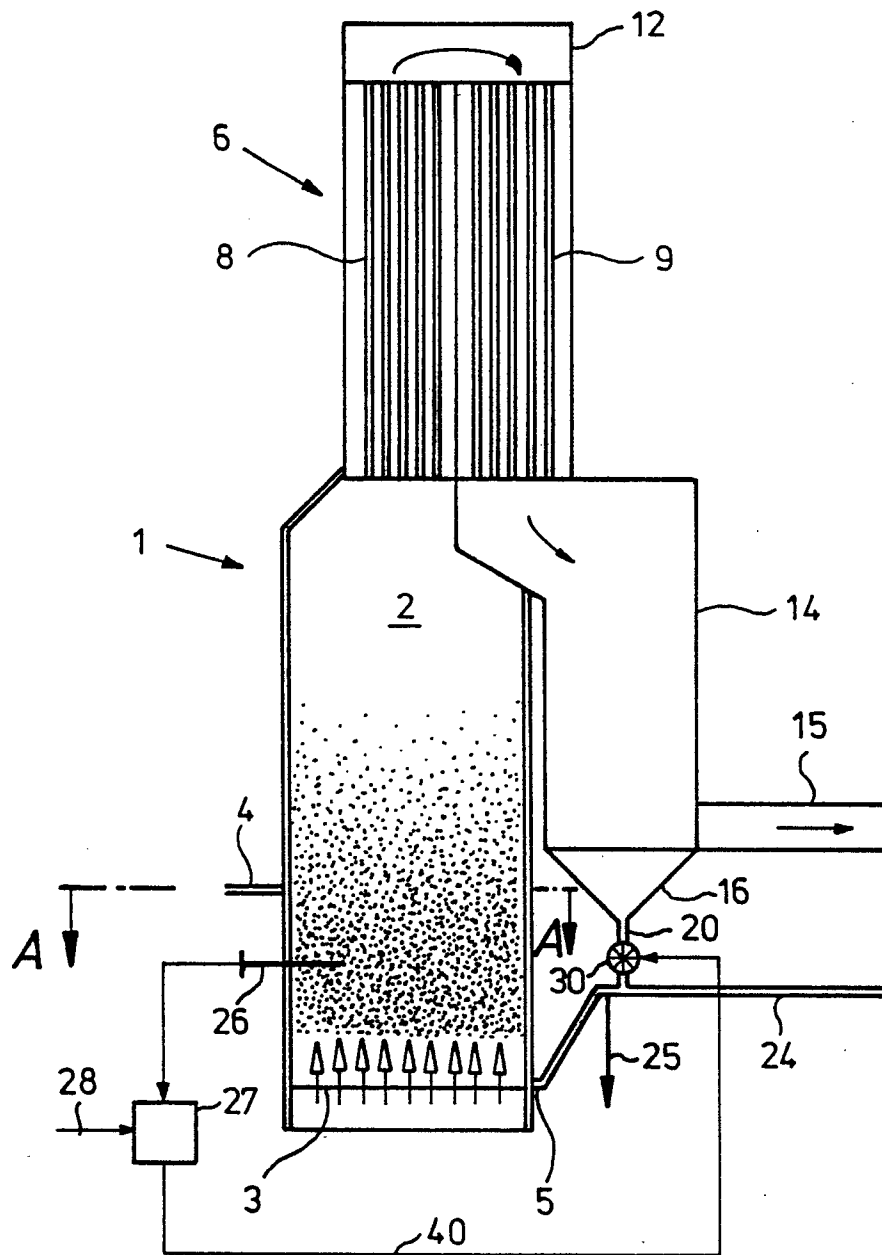


Fig. 1

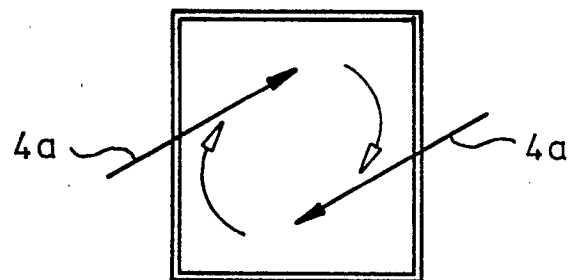
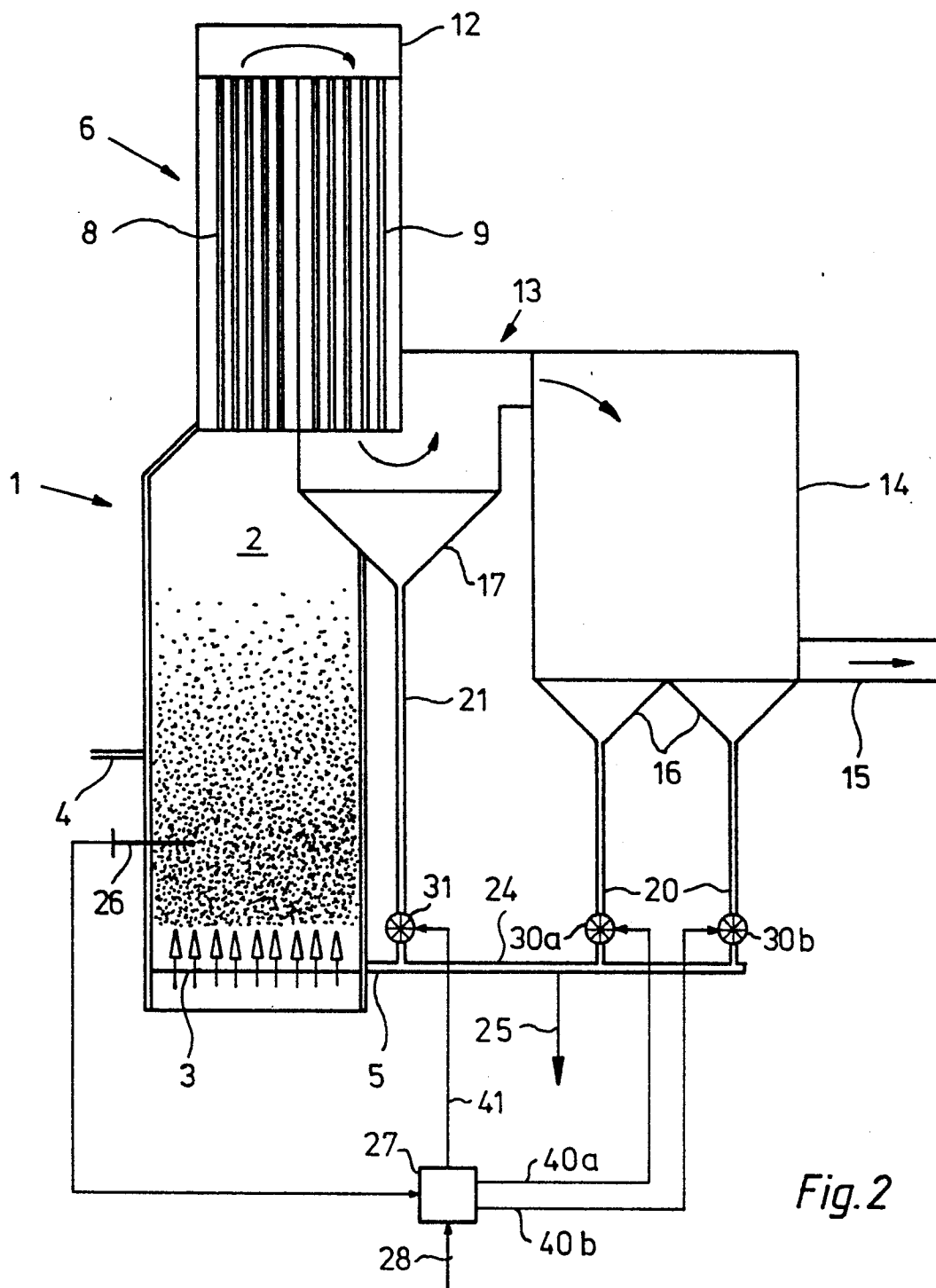


Fig. 1A



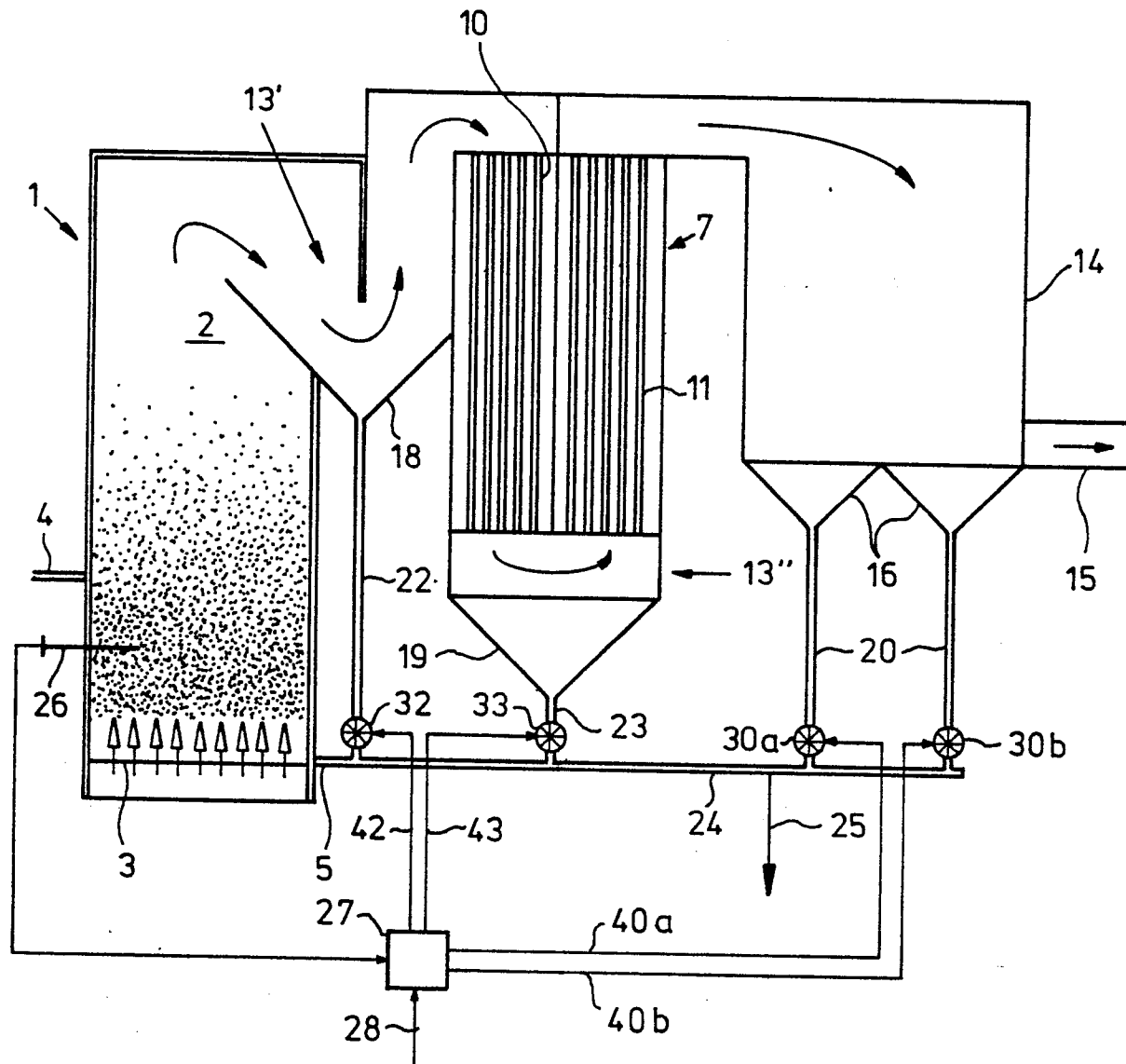


Fig. 3