

AT 411 705 B



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 411 705 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 857/2001

(51) Int. Cl.⁷: F23C 9/00

(22) Anmeldetag: 01.06.2001

(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2003

(45) Ausgabetag: 26.04.2004

(56) Entgegenhaltungen:

CH 691507A5 DE 19505753A1
WO 92/01197A1 WO 96/30701A1

(73) Patentinhaber:

BIOS BIOENERGIESYSTEME GMBH
A-8010 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

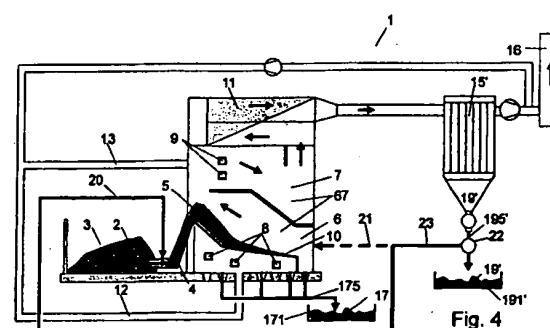
BIEDERMANN FRIEDRICH DIPLO.ING. DR.
KAINBACH/GRAZ, STEIERMARK (AT).
OBERNBERGER INGWALD DIPLO.ING. DR.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) ANLAGE UND VERFAHREN ZUR VERFEUERUNG VON BIOMASSE

(57) Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Verfeuerung von Biomasse mit einer, bevorzugt eine Primärverbrennungszone (6) und eine Sekundärverbrennungszone (7) aufweisenden Verbrennungszone (67), wobei aus den Verbrennungsabgasen in einer Flugascheabscheidestufe Zyklonflugasche und in einer Feinstflugascheabscheidestufe Feinstflugasche abgeschieden werden, während die Grobasche (17) aus der Verbrennungszone bzw. Primärverbrennungszone ausgetragen wird.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass für eine Reduktion des Gehaltes an Schwermetallen im sogenannten verwertbaren Ascheanteil (17, 18) (der für eine Ausbringung auf land- und forstwirtschaftliche Flächen geeignete Ascheanteil) und für eine Anreicherung derselben in der Feinstflugasche (19) mindestens eine bzw. ein Teil von der aus den Verbrennungszone (67) bzw. aus den Verbrennungszenen (6, 7) mit den Verbrennungsabgasen ausgetragenen Flugaschen (18, 19) in die Verbrennungszone (67) bzw. in die Primärverbrennungszone (6) und/oder in das zu verfeuernde Biomassegut (2) zurückgeführt wird.

Die Erfindung betrifft weiters eine neue Anlage zur Durchführung des neuen Biomasse-Verfeuerungsverfahrens.



Die vorliegende Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Verfeuerung von Biomasse, insbesondere Hackgut, Sägespäne, Rinde, Stroh und Ganzpflanzen in einem Festbett-Verbrennungsprozess, bei welchem das zu verbrennende Gut in die in die Primär-Verbrennungszone einer Verbrennungszone mit Primär- und Sekundärverbrennungszone eingetragen und dort verbrannt wird, woran sich die Sekundärverbrennung in der Sekundär-Verbrennungszone anschließt und die entstehenden Verbrennungsabgase bzw. Rauchgase, bevorzugt nach Kontakt mit einem Wärmetauscher od.dgl., vor Austritt in die umgebende Atmosphäre unter Abscheidung von Flugasche in einer Flugasche-Abscheidestufe, bevorzugt Multizyklon und/oder unter Abscheidung von Feinstflugasche in einer, der Flugasche-Abscheidestufe nachgeschaltete Feinstflugasche-Abscheidestufe geführt wird, während die Grobasche aus der Verbrennungszone, insbesondere Primär-Verbrennungszone, ausgetragen wird, und wobei eine Rückführung von Flugasche in die Verbrennungszone erfolgt.

Die Erfindung betrifft weiters eine neue Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Aschen aus der Verbrennung von chemisch unbehandelter Biomasse stellen einen wertvollen Sekundärrohstoff mit düngewirksamen und bodenverbessernden Eigenschaften dar. Sie sind prinzipiell geeignet, auf land- und forstwirtschaftliche Flächen ausgebracht zu werden. Da jedoch der natürliche Kreislauf der aschebildenden Elemente im Zuge der thermischen Biomassenutzung durch Nass- und Trockendepositionen von Schadstoffen, wie insbesondere Schwermetallen, via Luft und Regen in das Ökosystem Wald gestört wird, ist es heute praktisch nicht mehr möglich, die gesamten bei der Verbrennung der Biomasse anfallenden Aschefraktionen auf nachhaltige Weise wieder auf Böden rückzuführen.

In Österreich werden als Schwermetalle primär Cadmium und sekundär Zink in das Ökosystem eingetragen. Durch den laufenden Schwermetalleintrag wird der Aschekreislauf instabil. Würde man die gesamte bei der Verbrennung anfallende Asche als Dünger einsetzen, käme es zu einer für Gesundheit und Umwelt gefährlichen Anreicherung von Schwermetallen im Kreislauf, also in den Böden und in der Biomasse, da die über die zu verfeuernde Biomasse eingetragenen Schadstoffe nach der Verbrennung zum größten Teil und in aufkonzentrierter Form in den anfallenden Aschen bzw. Aschefraktionen verbleiben.

Es ist daher notwendig geworden, einen kleineren oder auch größeren und schwermetallreichen Seitenstrom, konkret die in Elektrofiltern, Gewebefiltern oder Rauchgaskondensationsanlagen anfallenden Feinstflugaschen, aus dem Kreislauf auszuschleusen, um den Großteil der anfallenden Aschen, also den sogenannten "verwertbaren Ascheanteil nach Anfall", im wesentlichen eine Mischung aus Grobasche und (Zyklon)-Flugasche, auf Böden rückführen zu können.

Vergleicht man die Schwermetallgehalte im derart verwertbaren Ascheanteil, die in - dem Stand der Technik entsprechenden - Anlagen anfallen, mit den derzeit in Österreich gültigen und in absehbarer Zeit in den entwickelten Ländern zugelassenen Grenzwerten für eine Ausbringung von Aschen auf land- und forstwirtschaftliche Flächen so zeigt sich, dass primär die Cadmium- und sekundär die Zink-Gehalte zumindest schon im Bereich dieser Grenzwerte liegen und dieselben insbesondere für Cadmium heute teiweise sogar schon überschreiten.

Da einerseits die Deponiemengen und -kosten laufend ansteigen - für die Deponierung einer Tonne Biomasseasche liegen in Österreich die Kosten derzeit zwischen EUR 75,- und EUR 3/50,- - und anderseits eine umweltverträgliche und kontrollierte Vorgangsweise erreicht werden soll, kommt zukünftig einer sinnvollen Verwertung der in steigendem Ausmaß anfallenden Biomasseaschen große Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere, wenn man bedenkt, dass derzeit in Österreich nur rund 50 % des wirtschaftlich und nachhaltig realisierbaren Biomassepotentials von 50 bis 60 PJ/a tatsächlich genutzt werden (im Bereich Biomassenahwärme bzw. in der holz-be- und -verarbeitenden Industrie).

Dem Stand der Technik entsprechende Biomasseverbrennungsanlagen sind im wesentlichen wie folgt, aufgebaut: Der Brennstoff wird z.B. von einem Tagesbunker in die Verbrennungszone eingetragen und dort am Glutbett verbrannt. Die Feuerung bzw. deren Verbrennungszone gliedert sich bevorzugterweise in eine Primär-Verbrennungszone und in eine Sekundär-Verbrennungszone. Die Verbrennungsluft wird unter bzw. über dem Glutbett eingeblasen. Im Falle einer Anlage mit Primär- und Sekundärverbrennungszone wird die Primär-Verbrennungsluft unter dem Glutbett und die Sekundär-Verbrennungsluft in die Sekundär-Verbrennungszone oder in die (Primär-)Verbrennungszone über dem Rost eingeblasen. Nach Durchströmen der Feuerung gelangt das Rauchgas

in den Wärmetauscher, in dem die im Rauchgas enthaltene Wärmemenge genutzt und das Rauchgas abgekühlt wird. Optional kann zur Kühlung des Feuerraumes ein Teilstrom des Rauchgases unter dem Rost und/oder in den Feuerraum rezirkuliert werden bzw. der Feuerraum direkt mit Wasser gekühlt werden.

5 Die im Rauchgas enthaltenen Flugaschen werden normalerweise mittels Flugasche-Abscheidern, z.B. Schwerkraft- oder Fliehkräfteabscheidern, meist Multizyklen, und/oder mittels den, meist den Flugasche-Abscheidern nachgeschalteten Feinstflugasche-Abscheidern, wie insbesondere Elektrofilter, Gewebefilter oder Rauchgaskondensationsanlagen, abgeschieden.

10 Die Abscheidung der Flugasche erfolgt bevorzugt in einem Flugasche-Abscheider und in einem Feinstflugasche-Abscheider oder aber in einer Kombination aus Flugasche- und Feinstflugasche-Abscheidern. Das Rauchgas wird letztlich über einen Kamin der Feuerungsanlage in die Umgebung emittiert.

15 In derartigen Anlagen fallen Grobaschen, (Zyklon-)Flugaschen und Feinstflugaschen an. Die Grobasche fällt im Feuerraum, insbesondere unter dem Rost an.

20 Die (Zyklon-)Flugasche setzt sich aus der im Kesselbereich und in den dem Kessel nachgeschalteten Schwerkraft- oder Fliehkräfteabscheidern gesammelten Flugaschen zusammen.

25 Die Feinstflugasche wird in Elektrofiltern, Gewebefiltern oder Rauchgaskondensationsanlagen abgeschieden.

30 Die anfallenden Aschen werden derzeit entweder deponiert oder aber die (Zyklon-)Flugasche wird im anfallsmässigen Verhältnis mit der Grobasche gemischt. Sie können dann auf land- und forstwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden (falls die zulässigen Grenzwerte für Schwermetalle im sogenannten verwertbaren Aschegemisch unterschritten werden).

35 Die Feinstflugasche muss in jedem Fall speziell deponiert oder aber für eine mögliche weitere Nutzung, z.B. der Schwermetalle, aufbereitet werden.

40 Weiters sind beispielsweise aus WO 92/01197 A1, WO 96/30701 A1 und CH 691 507 A5 Verfahren zur Verfeuerung von brennbaren Stoffen bzw. Brennstoffen mit Flugasche-Rückführung bekanntgeworden, bei welchen eine Einbringung der Flugasche(n) und damit der in derselben enthaltenen Schwermetalle in die am bzw. unter dem Feuerrost anfallenden Grob- bzw. Rostasche angestrebt wird, womit diese Aschen für eine Verwertung, wie z.B. für ein Ausbringen auf land- und forstwirtschaftliche Flächen bzw. zur Bodenverbesserung nicht geeignet sind.

45 Die Erfindung hat sich hingegen die Aufgabe gestellt, die Schwermetallgehalte im, beispielsweise land- und forstwirtschaftlich nutz- bzw. verwertbaren Anteil der in Biomasse-Verfeuerungsanlagen, insbesondere in Biomasse-Festbett-Verbrennungsanlagen, z.B. in Rost- oder Unterschub-Feuerungsanlagen anfallenden Aschen zu reduzieren.

50 Zur Lösung der beschriebenen Problematik macht sich die vorliegende Erfindung die Tatsache zu Nutze, dass die Schwermetalle in den oben schon genauer beschriebenen einzelnen Asche- bzw. Flugaschefraktionen in unterschiedlichen Mengen bzw. Konzentrationen anfallen.

55 Es wurde gefunden, dass durch Rezyklierung bestimmter Aschefraktionen in das für die Verfeuerung vorgesehene Biomassegut bzw. in die Verbrennungszone bzw. in die Verbrennungszo- nen der Biomasse-Feuerungsanlage eine - den größten Teil der Aschen, also insbesondere die Grobasche-Anteile, hinsichtlich ihrer Schwermetallgehalte entlastende- Aufkonzentrierung der Schwermetalle in anderen, dann nur in geringen Mengen anfallenden und daher relativ problemlos zu manipulierenden und einer gezielten Spezialentsorgung oder -aufbereitung zuführbaren Aschefraktionen ermöglicht wird.

60 Demgemäß ist Gegenstand der Erfindung ein wie eingangs erwähntes, neues Verfahren zur Verfeuerung von Biomasse, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass - für den Erhalt einer, vorzugsweise für Düngung und/oder Bodenverbesserung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen verwendbaren, schwermetallarmen Grobasche, also für eine Reduktion des Gehaltes der in der Verbrennungszone, insbesondere in der Primär-Verbrennungszone, anfallenden Grobasche sowie gegebenenfalls der (Zyklon-)Flugasche an leicht- bis mittelflüchtigen Schwermetallen, wie insbesondere Cadmium und/oder Zink, und für eine gleichzeitige Anreicherung dieser Schwermetalle in der Feinstflugasche - die aus dem Verbrennungsprozess in der Verbrennungszone bzw. in der Primär- und Sekundär-Verbrennungszone mit den Verbrennungsabgasen bzw. Rauchgasen ausgetragenen und in mindestens einer der Abscheidestufen abgeschiedenen (Zyklon-)Flugasche und/oder Feinstflugasche bzw. Anteile davon in das der Verbrennung zugeführte, zu verfeuernde

Biomassegut und/oder in die Primär-Verbrennungszone zurückgeführt wird bzw. werden.

Durch die Rückführung von Flugaschen in die Verbrennungszone und bevorzugterweise in die Primär-Verbrennungszone wird das hohe Schwermetall-Verdampfungspotential in diesem Bereich der Feuerung effizient ausgenützt: Sowohl in der (Primär-)Verbrennungszone als auch insbesondere im und um das Brennstoffbett herum herrschen lokal stark reduzierende Bedingungen und gleichzeitig hohe Temperaturen. Die leicht- bis mittelflüchtigen Schwermetalle, wie Cadmium und Zink, gehen unter derartigen Bedingungen zu hohen Anteilen in die Gasphase über. Aus diesem Grund weist in dem Stand der Technik entsprechenden Anlagen die Grobasche an sich im Vergleich zu allen anderen anfallenden Aschefraktionen die niedrigsten Gehalte an diesen Schwermetallen auf.

Unter oxidierenden Bedingungen und bei sinkenden Rauchgastemperaturen, z.B. insbesondere in der Sekundär-Verbrennungszone, und im Bereich des Wärmetauschers od.dgl. kondensieren die Schwermetalle und lagern sich an der Oberfläche der Flugaschepartikel an oder bilden selbst Flugascheteilchen (Aerosole).

Wird - was den Kern der Erfindung darstellt - die aus den Rauchgasen abgeschiedene Flugasche wieder in das zu verfeuernde Biomassegut und/oder in die Verbrennungszone und bevorzugterweise in die Primär-Verbrennungszone rückgeführt, dann gehen die darin enthaltenen leichtflüchtigen Schwermetalle dort zu einem hohen Anteil wieder in die Gasphase über. Ein Großteil der rückgeführten Flugasche wird dabei dann als schwermetallarme Grobasche am Rost der Feuerung abgeschieden, welche als Grobasche schließlich ausgetragen wird und ohne Bedenken zur Bodenverbesserung und/oder -remineralisierung verwendet werden kann.

Ein gewisser Anteil der rückgeführten Flugasche wird mit dem Rauchgas wieder ausgetragen, in den Flugasche-Abscheidern weitgehend abgeschieden und zumindest zum Teil wieder in die Verbrennungszone oder in die zu verfeuernde Biomasse rückgeführt.

Das jeweils zu wählende Flugasche-Rückführungsverhältnis hängt von der Art und Qualität des Brennstoffes, von der Art der Feuerungs- und Kesseltechnologie sowie von der zur Verfügung stehenden Entstaubungs-Technologie ab.

Als Folge des neuen, die Rückführung der Flugasche(n) als wesentliches Merkmal aufweisenden Verfahrens fällt der wieder in die Umwelt rückführbare, also verwertbare Ascheanteil ausschließlich als Grobasche mit wesentlich unterhalb der gesetzlich vorgesehenen Grenzwerte gelegenen Schwermetallgehalten an.

Ein gehende Versuche haben gezeigt, dass die Cadmium-Gehalte im verwertbaren Verbrennungs-Ascheanteil durch die erfindungsgemäß vorgesehene Flugasche-Rückführung um ein Vielfaches, konkret oft weit über das Zehnfache hinaus, reduziert werden können, und zwar im Vergleich zu auf einer gleichwertigen Anlage des Standes der Technik ohne Flugasche-Rückführung erzielten Ergebnissen.

In der Feinstflugasche liegen die Schwermetall-Elemente dann in entsprechend erhöhten Konzentrationen vor. Es soll hier der Ordnung halber erwähnt werden, dass der Anteil an Feinstflugasche unter Umständen infolge verstärkter Aerosolbildung leicht ansteigen kann.

Einer effizienten Feinstflugascheabscheidung kommt somit im Rahmen der Erfindung besondere Bedeutung zu. Die bei der erfindungsgemäßen Verfahrensweise anfallende Feinstflugasche muss, wie bei den bekannten, dem Stand der Technik entsprechenden Biomasse-Feuerungsanlagen, speziell deponiert oder industriell verwertet bzw. aufgearbeitet werden. Aufgrund der vom Gesetzgeber schrittweise immer weiter herabgesetzten Grenzwerte für Staubemissionen aus Biomasse-Feuerungen müssen dieselben auch mit immer effizienter arbeitenden Staubabscheide-Technologien ausgestattet werden, wodurch die erfindungsgemäße Technologie der Flugasche-Rückführung in Zukunft deutlich an Bedeutung gewinnen wird, da das erfindungsgemäße Verfahren umso ökologischer arbeitet, je effizienter die hinsichtlich der Schwermetalle angereicherte Feinstflugasche abgeschieden wird.

Ein ganz wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht in deren einfacher und kostengünstiger Realisierbarkeit. Es muss - bei einer schon bestehenden, konventionell arbeitenden Biomasse-Feuerungsanlage - im wesentlichen lediglich eine Förder- und Dosiereinrichtung vorgesehen werden, die die Flugasche nach ihrer Abscheidung aus den Abscheidern in die Verbrennungszone, bevorzugt in die Primär-Verbrennungszone bzw. zum Bio-Brennstoff-Einschub zurück transportiert und den jeweiligen Parametern entsprechend zudosiert.

Die Fördereinrichtungen, die bei dem Stand der Technik entsprechenden Anlagen für den Abtransport der Flugasche zum Aschecontainer od.dgl. erforderlich sind, können im Gegenzug großteils eingespart werden. Schon bestehende, dem Stand der Technik entsprechende, Anlagen lassen sich mit tatsächlich geringem Aufwand auf die erfindungsgemäß vorgesehene Flugasche-Rückführung umrüsten.

Was nun diesen Stand der Technik und die wesentlichen Vorteile der Erfindung im Lichte dieses Standes der Technik betrifft, so ist dazu Folgendes auszuführen:

Die WO 92/01197 A1 beschreibt ein Verfahren zur Verbrennung verschiedener Arten von Abfallmaterial. Aschen aus derartigen Verbrennungsprozessen weisen hohe Gehalte an umweltrelevanten Schwermetall-Verbindungen auf und eignen sich schon von vornherein prinzipiell nicht zur Ausbringung auf land- und forstwirtschaftliche Flächen.

Das Wesen der in dieser WO-A1 geoffneten Erfindung besteht darin, durch Rückführung von abgeschiedenen Flugaschen alle Aschefraktionen auf dem Rost zu sammeln, diese dann in einem nachgeschalteten Drehrohrofen bei hohen Temperaturen unter Schmelzen zu verglasen und auf diese Weise die Schwermetalle in dem anstelle einer übliche Konsistenz aufweisenden Asche gebildeten homogenen, glasartigen Material beständig einzubinden. Als Technologie wird dabei zwar auch eine Rückführung von gesammelter Flugasche eingesetzt, wobei jedoch gemäß dieser WO-A1 massiv darauf hingearbeitet wird, dass letztlich die gesamte Asche als Grobasche anfällt und dass die Schwermetalle bzw. Schwermetall-Verbindungen in dieselbe eingebunden und so inertisiert werden. Es erfolgt dort zur Erreichung eines der vorliegenden Erfindung geradezu entgegengesetzten Ziels die Rückführung gesammelter Flugasche(n) in eine Zone des Gesamtprozesses, wo die "Verbrennung" praktisch schon abgeschlossen ist und es wird dort möglichst dafür gesorgt, dass es zum Zusammen-Schmelzen der Rost- und der derselben zugeführten Flugasche kommt, wodurch das Gleichgewicht in Richtung hin zur Einbindung der Flugasche mit den in ihr enthaltenen Schwermetall-Verbindungen in die geschmolzene sonstige Asche verschoben wird.

Eine wie erfindungsgemäß vorgesehene Rückführung der Flugasche(n) in das gerade der Verfeuerung zugeführte bzw. zuzuführende Gut und/oder durch Einbringen in die Primär-Verbrennungszone, also in den dortigen Gasraum wäre für den Prozess gemäß der WO 92/01197 absolut kontraproduktiv.

Auch bei den aus WO 96/30701 A1 und CH 691 507 A5 bekannten Feuerungsanlagen und -verfahren handelt es sich um solche, bei denen die anfallenden Aschen auf einem Ausbrandrost vollständig ausgebrannt und danach verflüssigt werden. Die Flugasche kann dabei gemäß der CH-A5 optional auf die im hinteren Rostbereich befindlichen Verbrennungsrückstände aufgegeben werden, eine Einbringung in den Gasraum der Primär-Verbrennungszone ist dort nicht vorgesehen.

Die flüssige und dadurch zur Aufnahme von Schwermetall-Verbindungen prädestinierte Schlacke bildet nach Austrag aus der Verbrennungszone und nach Abkühlung ein glasartiges Granulat.

Die wesentliche Zielsetzung besteht bei allen diesen Verfahren, und wie bei jenem gemäß der weiter oben erörterten WO 92/01197 darin, die anfallende Asche zusammen mit der Flugasche bei hohen Temperaturen zu verglasen und somit die darin enthaltenen Schadstoffe, also eben primär die Schwermetalle, in dieselbe dauerhaft einzubinden.

Das wesentliche Ziel der vorliegenden Erfindung ist, wie die obigen Ausführungen zeigen, dem Ziel der drei Druckschriften des Standes der Technik geradezu diametral entgegengesetzt: Gemäß der Erfindung werden die Schwermetalle möglichst daran gehindert, in die (Grob-)Rostasche eingebunden zu werden. Es ist nicht vorgesehen, die Rostasche in oder nach der Verbrennungszone in eine Schmelze überzuführen, in welcher sich die ebenfalls schmelzende Flugasche mit den in ihr enthaltenen Schwermetallen letztlich löst.

Das wesentliche Ziel der vorliegenden Erfindung, das deren innovativen Kern ausmacht, besteht also im Gegensatz zum bekannten Stand der Technik darin, durch Rückführung von Flugasche in das Frischgut bzw. auf den Rost und/oder in die Primärverbrennungszone und durch Nutzung der lokal stark reduzierenden Bedingungen, die im Brennstoffbett und in der Primär-verbrennungszone herrschen, die leicht- bis mittelflüchtigen Schwermetalle in Metall-Form bzw. in Form leicht- bis mittelflüchtiger Verbindungen, wie z.B. als Chloride, aus der am Rost anfallenden Aschefraktion, also aus der Grobasche, in die Gasphase überzuführen und auf diese Weise die Schwermetallkonzentration in der Grobasche in hohem Ausmaß zu reduzieren.

Im Unterschied zum Stand der Technik werden erfindungsgemäß die Schwermetalle verstärkt

in die mengenmäßig kleine Aschefraktion, nämlich in die Feinstflugasche-Fraktion eingebunden, es wird also der Anfall an Feinstflugasche nicht - wie gemäß dem Stand der Technik - möglichst verhindert, indem sie in die durch Schmelzen und Verglasung zu inertisierende Rostasche eingebunden wird.

5 Die vorliegende Erfindung zielt auf eine effiziente Schwermetallfraktionierung in die einzelnen Aschefraktionen ab, wobei die Grobasche von den Schwermetallen möglichst wenig berührt ist. Es erfolgt hier die Luftstufung und Temperaturregelung am Rost bzw. in der Feuerung derart, dass zwar die reduzierenden Bedingungen in der Primärverbrennungszone der Feuerung sichergestellt werden, dass jedoch dabei kein Schmelzen und Verglasen der Aschen erfolgt: Vielmehr ist eine solche unerwünscht, da sie die Schwermetallfraktionierung, welche zu einer schwermetall-abgereicherten (Grob-)Asche führt, behindern würde.

10 Der bekannten dauerhaften Einbindung von Schwermetallen und Schadstoffen in der Grobasche steht das neue Verfahren gegenüber, bei dem eine Reduktion der Schwermetallgehalte in der Grobasche erfolgt und dadurch eine Erhöhung der Qualität dieser Aschefraktion im Hinblick auf die angestrebte Ausbringung auf land- und forstwirtschaftliche Flächen. Dies zeigt sich auch darin, dass das neue Verfahren auf die Verbrennung von praktisch unbehandelter Biomasse beschränkt ist, da diese zwar relativ niedrige Gehalte an schwerflüchtigen Schwermetallen, aber erhöhte Konzentrationen der leichtflüchtigen Schwermetalle Cd und Zn aufweist, während die bekannten Verfahren mit Flugascherückführung für die Verfeuerung von brennbaren Stoffen bzw. Brennstoffen mit Gehalten an nicht näher differenzierten Schwermetallen vorgesehen sind.

15 Zu dem weiteren, aus der DE 195 05 753 bekannten Verfahren zur schadstoffarmen Verbrennung von flüssigen Brennstoffen ist zu bemerken, dass die dort geoffenbare Methode der Luftstufung und das Betreiben von Brennern mit λ -Werten von unter 1 eine Technik zur Stickoxidminde rung darstellen.

20 25 Die Ansprüche 2 bis 4 zeigen im Rahmen der Erfindung bevorzugte Wege bzw. Kombinationen der Flugasche-Rückführung aus den Flugasche-Abscheidern in die Verbrennungszone und/oder in die zu verfeuernde Biomasse auf.

Was im Rahmen der Erfindung bevorzugte Flugasche-Rückführungs-Verhältnisse betrifft, so 30 35 sind im Anspruch 5 entsprechende Bereiche angegeben, die bei Biomassefeuerungen auf Basis heimischer Hölzer zu besonders effizienten Schwermetall-Reduktionen in der Grobasche führen.

Bezüglich der bei der Rückführung der Flugaschen günstigerweise einzusetzenden Fördereinrichtungen sind - außer von der Materialkonsistenz her - an sich keine Grenzen gesetzt.

35 Eine weitere und zusätzliche Maßnahme zur Erhöhung der Effizienz der vorliegenden Erfindung ist die Regelungstechnische Implementierung oder Stufung bzw. Regelung der der Verbrennungszone zugeführten Luft gemäß Anspruch 6.

Am Feuerungsrost und in der Primär-Verbrennungszone, werden günstigerweise reduktive Bedingungen eingestellt, um - wie oben erläutert - die angestrebten hohen Verdampfungsrationen der leicht- bzw. mittelflüchtigen Schwermetalle zu garantieren.

40 45 Aus diesem Grund ist es günstig, die Volumenströme der Primärluft und Sekundärluft laufend zu messen und für eine Regelung der Luftzufuhr zu sorgen, sodass das Luftverhältnis λ , in der Primär-Verbrennungszone dementsprechend niedrig festgelegt wird, am günstigsten im Bereich von 0,5 bis 0,9.

Diese Maßnahme hat an sich den zusätzlichen Vorteil, dass sie zur Reduktion der NO_x -Gehalte im Rauchgas beiträgt.

Um bei einem niedrigen Luftverhältnis λ , eine gute Durchströmung des Biomasse-Brennstoffbettes gewährleisten zu können, kann auch eine kombinierte Zuführung von Primärluft und rezirkulierten Rauchgas unter den Rost vorgesehen werden, wie im Anspruch 7 beschrieben.

50 55 Die gemäß den Ansprüchen 6 und 7 vorgesehene Luftstufung erfolgt insbesondere deswegen, weil dadurch jene reduzierenden Bedingungen in der Primärverbrennungszone sichergestellt werden, durch welche die leicht- bis mittelflüchtigen Schwermetalle in hohem Maße in die Gasphase übergehen und somit eine weitere Verbesserung der angestrebten Schwermetallfraktionierung und damit der Qualität des verwertbaren Rost-Ascheanteiles erreicht wird. Diese Regelungstechnische Maßnahme bringt also eine vorteilhafte Steigerung der Effizienz des neuen Verfahrens und bringt somit ein im Rahmen der Erfindung innovatives Merkmalselement ein.

Einen weiteren wesentlichen Gegenstand der Erfindung stellt die adaptierte Anlage gemäß Anspruch 8 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dar, welche im wesentlichen

- ein Lager od.dgl. für zu verfeuernde Biomasse,
- 5 - eine Fördereinrichtung für die Einbringung des Brennstoffes in einen mit Verbrennungsluft-Zuführungen ausgestatteten Verbrennungsraum, bevorzugt in einen mit Primär-Verbrennungsluft-Zuführungen ausgestatteten Primär-Verbrennungsraum, jeweils mit Rost od.dgl. und Abführungen für Grobasche in einen Grobasche-Behälter, und
- 10 - einen von den Verbrennungsabgasen des Primär-Verbrennungsraumes durchströmbar mit derselben in Verbindung stehenden und mit Sekundär-Verbrennungsluft-Zuführungen ausgestatteten Sekundär-Verbrennungsraum,
- eine von den Verbrennungsabgasen bzw. Rauchgasen durchströmbar Wärmetausch-Einrichtung, insbesondere Kessel od.dgl., und
- 15 - mindestens einen vom Rauchgas durchströmbar Flugasche-Abscheider, bevorzugt des Zylkon-Typs, mit Austragsleitung für die abgeschiedene (Zylkon-)Flugasche, z.B. in einen Zylkon-Flugasche-Behälter, sowie
- mindestens einen von dem vom Flugasche-Abscheider kommenden Rauchgas durchströmbar Feinstflugasche-Abscheider mit Austragsleitung für die abgeschiedene Feinstflugasche, z.B. in einen Feinstflugasche-Behälter,
- 20 - eine in den Verbrennungsraum, bevorzugt in den Primär-Verbrennungsraum und/oder in den Sekundär-Verbrennungsraum mündende Rauchgas-Rückführungsleitung, sowie
- zumindest eine Rückführungsleitung für Flugasche aus mindestens einem der Flugascheabscheider

umfasst.

25 Zur Erreichung der erfindungsgemäß angestrebten Reduktion der Schwermetallgehalte im verwertbaren Ascheanteil ist vorgesehen, dass

- die Anlage mindestens eine in das Biomasse-Lager führende, vom (Zylkon-)Flugasche-Abscheider oder von einem Flugasche/Feinstflugasche-Abscheider bzw. von dessen jeweiliger Flugasche-Austragsleitung abzweigende Rückführungs-Einrichtung bzw. -Leitung für die Rückführung von (Zylkon-)Flugasche oder Flugasche/Feinstflugasche in die zu verfeuernde Biomasse und/oder mindestens eine in den Primär-Verbrennungsraum, führende, ebenfalls vom (Zylkon-)Flugasche-Abscheider und/oder von einem Flugasche/Feinstflugasche-Abscheider bzw. von dessen jeweiliger Flugasche-Austragsleitung abzweigende Rückführungs-Einrichtung bzw. -Leitung für die Rückführung der (Zylkon-)Flugasche oder Flugasche/Feinstflugasche in den Primär-Verbrennungsraum aufweist.

Der Anspruch 9 betrifft eine durch die Rückführung von Feinstflugasche ergänzte Anlage gemäß Anspruch 8.

Dem Anspruch 10 ist eine Einrichtung zur Einstellung des Rückführungsverhältnisses für die Feinstflugasche zu entnehmen.

40 Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert:

Es zeigen die Fig. 1 ein Schema einer Biomasse-Feuerungsanlage gemäß dem Stand der Technik, während die Fig. 2 bis 4 verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Biomasse-Verfeuerungsanlage zeigen, welche mit verschiedenen Arten der Flugaschen-Rückführungen ausgestattet sind.

45 Die dem Stand der Technik entsprechende Biomasse-Verbrennungsanlage gemäß Fig. 1 ist eine Rostfeuerungs-Anlage 1. Der Bio-Brennstoff 2 wird z.B. von einem Tagesbunker 3 aus über eine Fördereinrichtung 4 in die Primär-Verbrennungszone 6 mit Rost 10 eingetragen und am Glutbett 5 verbrannt. Die Feuerung selbst gliedert sich im allgemeinen in eine Primär-Verbrennungszone 6 und in eine Sekundär-Verbrennungszone 7. Die Primär-Verbrennungsluft 8 wird über Öffnungen od.dgl. unter dem Glutbett 5 und die Sekundär-Verbrennungsluft 9 ebenfalls über Düsen od.dgl. in die Sekundär-Verbrennungszone 7 eingebracht. Nach Durchströmen der Feuerung streicht das Rauchgas über die Rohre eines Wärmetauschers 11, Kessels od.dgl., wo die im Rauchgas enthaltene Wärmemenge genutzt und das Rauchgas abgekühlt wird. Optional kann zur Kühlung des Feuerraumes 6, 7 ein Teilstrom des Rauchgases über eine Leitung 12 unter dem Rost 10 und/oder über eine Leitung 13 in den Feuerraum 6, 7 rezirkuliert werden. Ist bei einer

solchen Feuerungsanlage keine Unterteilung in einen Primär- und Sekundär-Verbrennungsraum 6, 7 vorgesehen, so weist sie eine einheitliche Verbrennungszone 67 auf.

Die mit dem Rauchgas abziehenden Flugaschen werden normalerweise mittels Flugasche-Abscheiders 14, der z.B. ein Schwerkraft- oder Fliehkraftabscheider, meist ein Multizyklon, ist und/oder mittels nachgeschalteten Feinstflugasche-Abscheiders 15, wie insbesondere mittels Elektrofilter, Gewebefilter oder Rauchgaskondensationsanlage, abgeschieden. Die Abscheidung der Flugasche kann auch in einer Kombination aus Flugasche- und Feinstflugasche-Abscheider erfolgen. Das Rauchgas wird dann über den Kamin 16 der Feuerungsanlage in die Umgebung emittiert.

In der Anlage fallen Grobasche 17, (Zyklon-)Flugasche 18 und Feinstflugasche 19 an. Die Grobasche 17 fällt im Feuerraum, insbesondere unter dem Rost an und wird mittels Austragsystem 175 in einen Grobasche-Container 171 übergeführt.

Die (Zyklon-)Flugasche 18 setzt sich aus der im Kesselbereich und in den dem Kessel nachgeschalteten Schwerkraft- oder Fliehkraft-Abscheidern 14 anfallenden Flugaschen zusammen und gelangt über eine Leitung 185 in einen Flugasche-Container 181.

Die Feinstflugasche 19 wird in Elektrofiltern, Gewebefiltern oder Rauchgaskondensationsanlagen 15 abgeschieden und wird über eine Leitung 195 in einen Feinstflugasche-Container 191 ausgetragen.

Diese letztgenannten Aschefraktionen 18, 19 werden derzeit entweder deponiert oder die Grob- und (Zyklon-)Flugaschen 17, 18 werden im jeweils anfallsmässigen Verhältnis, so gemischt, dass die zulässigen Grenzwerte der Schwermetallgehalte unterschritten werden, wonach sie auf land- und forstwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden können.

Die Feinstflugasche 19 muss in jedem Fall speziell deponiert oder aber für eine mögliche weitere Nutzung aufbereitet werden.

Die Fig. 2 zeigt eine erste mögliche verfahrenstechnische Realisierung der Erfindung: Das Verfahren kann in dem Stand der Technik entsprechenden Biomasse-Festbett-Verbrennungsanlagen implementiert werden (z.B. - wie dargestellt - in Rostfeuerungen, aber auch in Unterschub- und Retortenfeuerungen). Dabei wird die im Flugasche-Abscheider 14 abgeschiedene Flugasche 18 wieder dem Verbrennungsprozess zugeführt. Die rückgeführte Flugasche kann über eine Leitung 20 entweder dem Biomasse-Brennstoff 2 direkt zugemischt und/oder über eine Leitung 21 in die Primär-Verbrennungszone 6 eingetragen werden. Die Förderung und Dosierung der rückgeführten Flugasche kann durch Schneckenförderer, pneumatisch oder durch andere geeignete Fördereinrichtungen erfolgen.

Der "verwertbare" Ascheanteil fällt bei Rückführung der Flugasche ausschließlich unter dem Rost 10 als Grobasche 17 an. Die im Feinstflugasche-Abscheider 15 anfallende Flugasche-Fraktion 19 muss, wie bei Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, letztlich deponiert oder industriell aufbereitet werden.

Eine weitere mögliche erfindungsgemäße Ausbildung des Verfahrens zeigt Fig. 3. In diesem Fall wird ein Teilstrom der Feinstflugasche aus dem Feinstflugasche-Abscheider über eine Leitung 23 der im Flugasche-Abscheider 14 anfallenden Aschefraktion 18 zugemischt. Die Dosierung dieses Teilstromes kann z.B. durch eine Dosierschnecke 22 oder eine ähnliche Einrichtung erfolgen.

Die Flugaschemischung wird dann über die Leitung 20 wieder entweder zum Brennstoff 2 zugemischt oder über die Leitung 21 in die Primär-Verbrennungszone 6 rückgeführt. Der Vorteil der Anlage gemäß Fig. 3 liegt darin, dass der zu deponierende Anteil der Feinstflugasche 19 variiert und dadurch möglichst klein gehalten werden kann. Der Anteil an deponierter Feinstflugasche 19 muss jedoch so groß sein, dass die Schwermetallgehalte im verwertbaren Ascheanteil 17 gesichert die Grenzwerte für eine Rückführung dieser Asche auf Böden nicht überschreiten.

Die mittels der Dosiereinrichtung 22 geregelte Feinstflugasche-Rückführungsrate ist also jeweils individuell auf den verwendeten Brennstoff und auf die eingesetzte Feuerungs- und Flugasche-Abscheide-Technologie anzupassen.

Fig. 4 zeigt eine Anlage mit nur einem Flugasche-Abscheider 15', z.B. Elektrofilter oder Gewebefilter, für alle Flugaschen mit Austrag 195'. Bei dieser Anlage wird ebenfalls ein von einer Dosiereinrichtung 22 geregelter Teilstrom der im Flugasche-Abscheider anfallenden Flugasche-Fraktion 19' über die Leitungen 23, 20 dem Brennstoff 2 zugeführt oder über die Leitungen 23, 21

in die Primär-Verbrennungszone 6 rückgeführt. Auch in diesem Fall kann der zu deponierende Anteil an Flugasche 19' eingestellt und klein gehalten werden, wobei wieder auf entsprechend niedrige Schwermetallgehalte im verwertbaren Ascheanteil 17 zu achten ist.

Auch bei dieser Form der Anlage ist die mittels Dosiereinrichtung 22 geregelte Flugasche-Rückführungsrate individuell auf den in Abhängigkeit vom und in Anpassung an den eingesetzten Brennstoff und die in einer jeweiligen Anlage vorhandene Feuerungs- und Flugasche-Abscheide-Technologie abzustimmen.

Die eben erläuterten Figuren 2 bis 4 sind schematische Darstellungen der Technologie der Rückführung von Flugasche am Beispiel einer Biomasse-Rostfeuerung. Die beschriebene Technologie kann bei allen Biomasse-Festbett-Feuerungs-Technologien mit unterschiedlichen Kessel- und Ascheabscheide-Technologien eingesetzt werden. Weiters kann bei allen drei dargestellten Varianten optional die in der Erfindungsbeschreibung bereits erläuterte Luftstufungsregelung implementiert werden. Schließlich ist festzuhalten, dass diese neue Technologie selbstverständlich auch in Festbett-Verbrennungsanlagen mit einheitlicher Verbrennungszone einsetzbar ist.

Das folgende Beispiel erläutert die Erfindung näher.

Beispiel:

Eingehende Versuche an einer konkreten Biomasse-Festbettfeuerungsanlage (Rostfeuerung) haben gezeigt, dass die Cadmium- und Zink-Gehalte im verwertbaren Ascheanteil durch die erfindungsgemäße Flugasche-Rückführung um ein Vielfaches teilweise weit über das Zehnfache hinaus reduziert werden können, und zwar im Vergleich zu Ergebnissen in der gleichen Anlage ohne Flugasche-Rückführung.

Bei Versuchen ohne die neue Flugasche-Rückführung lagen im verwertbaren Ascheanteil, in diesem Fall eine Mischung aus Grobasche und (Zyklon-)Flugasche, die nachgewiesenen Gehalte an Cadmium über 3 mg/kg TS (Trockensubstanz) und an Zink bei rund 460 mg/kg TS.

Bei den an der gleichen Biomasse-Feuerung durchgeföhrten Versuchen mit Flugasche-Rückführung wurden die Cadmium-Gehalte im verwertbaren Ascheanteil, der ausschließlich als Grobasche anfiel, auf unter 0,1 mg/kg TS und die Zink-Gehalte auf rund 100 mg/kg TS reduziert.

Durch die neue Flugasche-Rückführung werden im verwertbaren Ascheanteil sowohl für Cadmium als auch für Zink die Bodenrichtwerte laut ÖNORM L 1075 deutlich unterschritten. Die Gehalte an Cadmium in der Feinstflugasche (Elektrofilterflugasche) werden durch die erfindungsgemäße Flugasche-Rückführung um rund 20 Gew.-% und die Gehalte an Zink um rund 10 Gew.-% erhöht (bezogen auf die Cd- bzw. Zn-Konzentrationen in der Feinstflugasche bei Versuchen ohne Flugascherückführung). Es kommt somit zu einer Aufkonzentrierung der Schwermetalle in dieser Aschefraktion.

Gleichzeitig wird der anfallende Mengenanteil an verwertbarer Asche durch die Flugasche-Rückführung praktisch nicht beeinflusst. Bei den Versuchen ohne Flugasche-Rückführung lag der anfallende Anteil an Grobasche bei durchschnittlich rund 50 Gew.-% des Gesamtascheanfalles und an Zyklon-Flugasche bei rund 32 Gew.-%. Der Anteil an verwertbarer Asche liegt in Summe somit bei rund 82 Gew.-%.

Mit Flugasche-Rückführung erhöht sich der wesentlich schwermetall-entlastete Grobascheanteil auf rund 81 Gew.-%. Durch die erfindungsgemäße Flugasche-Rückführung kommt es zu keiner bzw. nur zu einer geringfügigen Reduktion der anfallenden Mengen an verwertbarer Asche.

Weiters konnte bei den durchgeföhrten Versuchen keine statistisch signifikante Erhöhung des Feinstflugasche-Anteiles, also z.B. der Elektrofilter-Flugasche, bei den Versuchen mit Flugasche-Rückführung beobachtet werden.

50

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Verfeuerung von Biomasse, insbesondere Hackgut, Sägespäne, Rinde, Stroh und Ganzpflanzen in einem Festbett-Verbrennungsprozess, bei welchem das zu verbrennende Gut in die in die Primär-Verbrennungszone (6) einer Verbrennungszone (67) mit Primär- und Sekundärverbrennungszone (6, 7) eingetragen und dort verbrannt wird,

- woran sich die Sekundärverbrennung in der Sekundär-Verbrennungszone (7) anschließt und die entstehenden Verbrennungsabgase bzw. Rauchgase, bevorzugt nach Kontakt mit einem Wärmetauscher (11) od.dgl., vor Austritt in die umgebende Atmosphäre unter Abscheidung von Flugasche (18) in einer Flugasche-Abscheidestufe, bevorzugt Multizyklon (14) und/oder unter Abscheidung von Feinstflugasche (19) in eine, der Flugasche-Abscheidestufe (14) nachgeschaltete Feinstflugasche-Abscheidestufe (15) geführt wird, während die Grobasche (17) aus der Verbrennungszone, insbesondere Primär-Verbrennungszone, ausgetragen wird, und wobei eine Rückführung von Flugasche (18, 19) in die Verbrennungszone (67) erfolgt.
- dadurch gekennzeichnet, dass - für den Erhalt einer, vorzugsweise für Düngung und/oder Bodenverbesserung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen verwendbaren, schwermetallarmen Grobasche, also für eine Reduktion des Gehaltes der in der Verbrennungszone (67), insbesondere in der Primär-Verbrennungszone (6), anfallenden Grobasche (17) sowie gegebenenfalls der (Zyklon-)Flugasche (18) an leicht- bis mittelflüchtigen Schwermetallen, wie insbesondere Cadmium und/oder Zink, und für eine gleichzeitige Anreicherung dieser Schwermetalle in der Feinstflugasche (19) - die aus dem Verbrennungsprozess in der Verbrennungszone (67) bzw. in der Primär- und Sekundär-Verbrennungszone (6, 7) mit den Verbrennungsabgasen bzw. Rauchgasen ausgetragenen und in mindestens einer der Abscheidestufen (14, 15) abgeschiedenen (Zyklon-)Flugasche (18) und/oder Feinstflugasche (19) bzw. Anteile davon in das der Verbrennung zugeführte, zu verfeuernde Biomassegut (2) und/oder in die Primär-Verbrennungszone (6) zurückgeführt wird bzw. werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur die in der (Zyklon-)Flugasche-Abscheidestufe (14) abgeschiedene (Zyklon-)Flugasche (18) oder ein Teil davon über mindestens eine Flugasche-Rückführung (20) in die zu verfeuernde Biomasse (2), und/oder über eine Zweigrückführung (21) in die Primär-Verbrennungszone (6) eingebracht wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Anteil von 25 bis 100%, bevorzugterweise von 75 bis 100%, der in der (Zyklon-)Flugasche-Abscheidestufe (14) abgeschiedenen Menge an (Zyklon-)Flugasche (18) in die zu verfeuernde Biomasse (2) und/oder über eine Zweigrückführung (21) in die Primär-Verbrennungszone (6) eingebracht wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die, bevorzugterweise gesamte, in der (Zyklon-)Flugasche-Abscheidestufe (14) abgeschiedene (Zyklon-)Flugasche (18) als auch ein - über eine Dosiereinrichtung (22) und eine Transportleitung (23) eingebrachter - Teil der in der Feinstflugasche-Abscheidestufe (15) abgeschiedenen Feinstflugasche (19) über eine Flugasche-Rückführung (20) in die zu verfeuernde Biomasse (2) und/oder über eine Transportleitung (21) in die Primär-Verbrennungszone (6) eingebracht werden.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es für die Abscheidung der Flugasche aus den Verbrennungsabgasen bzw. Rauchgasen nur eine Feinstflugasche-Abscheidestufe (15') aufweist und dass nur ein Teil, bevorzugt im Bereich von 20 bis 70 %, der Gesamtmenge der dort abgeschiedenen Flugasche (19') über eine Flugasche-Rückführung (23, 20) in die zu verfeuernde Biomasse (2), und/oder über eine Zweigrückführung (21) in die Primär-Verbrennungszone (6) zurückgeführt wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass - in bei Verbrennungsprozessen an sich bekannter Weise - das Luftverhältnis (λ) in der Primär-Verbrennungszone (6) auf unter 1,0, bevorzugt in einem Bereich von 0,5 bis 0,9, gehalten wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass - in bei Verbrennungsprozessen an sich bekannter Weise - das Luftverhältnis (λ) in der Primär-Verbrennungszone (6) durch Rauchgasrezirkulation auf einem jeweils gewünschten Wert von unter 1,0 gehalten wird.
 8. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche im wesentlichen

- ein Lager (3) od.dgl. für zu verfeuernde Biomasse (2),
 - eine Fördereinrichtung (4) für die Einbringung des Brennstoffes in einen mit Verbrennungsluft-Zuführungen (8, 9) ausgestatteten Verbrennungsraum (67), bevorzugt in einen mit Primär-Verbrennungsluft-Zuführungen (8) ausgestatteten Primär-Verbrennungsraum (6), jeweils mit Rost (10) od.dgl. und Abführungen (175) für Grobasche (17) in einen Grobasche-Behälter (171), und
 - einen von den Verbrennungsabgasen des Primär-Verbrennungsraumes (6) durchströmmbaren mit derselben in Verbindung stehenden und mit Sekundär-Verbrennungsluft-Zuführungen (9) ausgestatteten Sekundär-Verbrennungsraum (7),
 - eine von den Verbrennungsabgasen bzw. Rauchgasen durchströmmbare Wärmetausch-Einrichtung (11), insbesondere Kessel od.dgl., und
 - mindestens einen vom Rauchgas durchströmmbaren Flugasche-Abscheider (14), bevorzugt des Zyklon-Typs, mit Austragsleitung (185) für die abgeschiedene (Zyklon-)Flugasche (18), z.B. in einen Zyklon-Flugasche-Behälter (181), sowie
 - mindestens einen von dem vom Flugasche-Abscheider (14) kommenden Rauchgas durchströmmbaren Feinstflugasche-Abscheider (15) mit Austragsleitung (195) für die abgeschiedene Feinstflugasche (19), z.B. in einen Feinstflugasche-Behälter (191),
 - eine in den Verbrennungsraum (67), bevorzugt in den Primär-Verbrennungsraum (6) und/oder in den Sekundär-Verbrennungsraum (7) mündende Rauchgas-Rückführungsleitung (12, 13), sowie
 - zumindest eine Rückführungsleitung (20, 21, 23) für Flugasche (18, 19) aus mindestens einem der Flugascheabscheider (14, 15, 15') umfasst,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- die Anlage (1) mindestens eine in das Biomasse-Lager (3) führende, vom (Zyklon-)Flugasche-Abscheider (14) oder von einem Flugasche/Feinstflugasche-Abscheider (15') bzw. von dessen jeweiliger Flugasche-Austragsleitung (185 oder 195') abzweigende Rückführungs-Einrichtung bzw. -Leitung (20 bzw. 23, 20) für die Rückführung von (Zyklon-)Flugasche (18) oder Flugasche/Feinstflugasche (19') in die zu verfeuernde Biomasse (2) und/oder mindestens eine in den Primär-Verbrennungsraum (6), führende, ebenfalls vom (Zyklon-)Flugasche-Abscheider (14) und/oder von einem Flugasche/Feinstflugasche-Abscheider (15') bzw. von dessen jeweiliger Flugasche-Austragsleitung (185 bzw. 195') abzweigende Rückführungs-Einrichtung bzw. -Leitung (21 bzw. 23, 21) für die Rückführung der (Zyklon-)Flugasche (18) oder Flugasche/Feinstflugasche (19') in den Primär-Verbrennungsraum (6) aufweist. (Fig. 2, 4)
 - 9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich zu den vom (Zyklon-)Flugasche-Abscheider (14) für die Rückführung von (Zyklon-)Flugasche (18) in die Biomasse (2) und/oder in den Primär-Verbrennungsraum (6), vorgesehenen Rückführungs-Einrichtungen bzw. -Leitungen (20, 21) eine in dieselben mündende Rückführungs-Einrichtung bzw. -Leitung (23) für die Rückführung von Feinstflugasche (19) aus dem zusätzlich zum (Zyklon-)Flugasche-Abscheider (14) vorgesehenen Feinstflugasche-Abscheider (15) umfasst. (Fig. 3)
 - 10. Anlage nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abführungsleitung (195 oder 195') für Feinstflugasche (19, 19') aus dem Feinstflugasche-Abscheider (15, 15') eine Dosier-Einrichtung (22) für die Teilung der aus dem Feinstflugasche-Abscheider (15, 15') ausgebrachten Feinstflugasche (19, 19') in einen durch die Rückführungsleitung (23) rückzuführenden und einen in den Feinstflugasche-Container (191) auszutragenden Anteil umfasst.

50

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

55

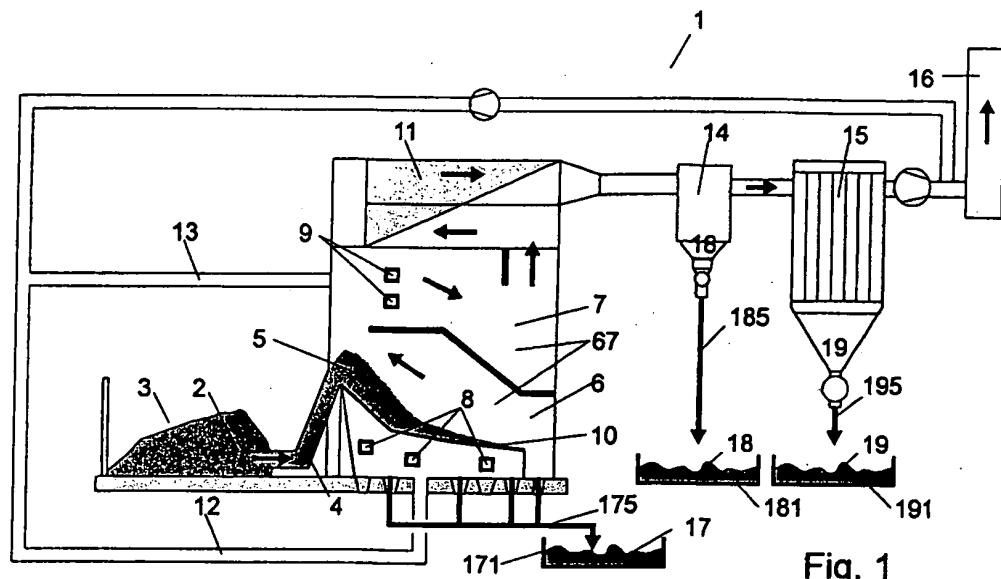


Fig. 1

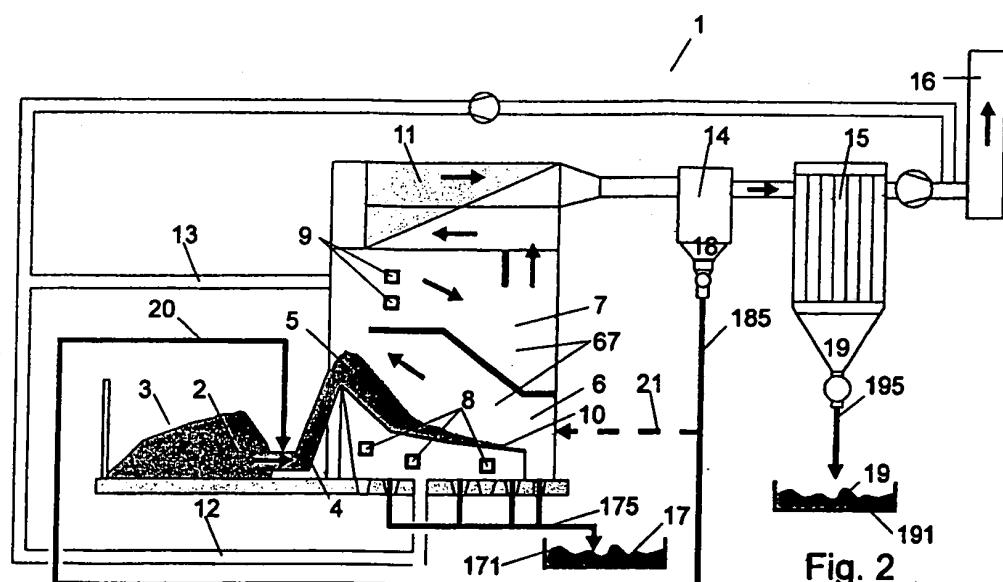


Fig. 2

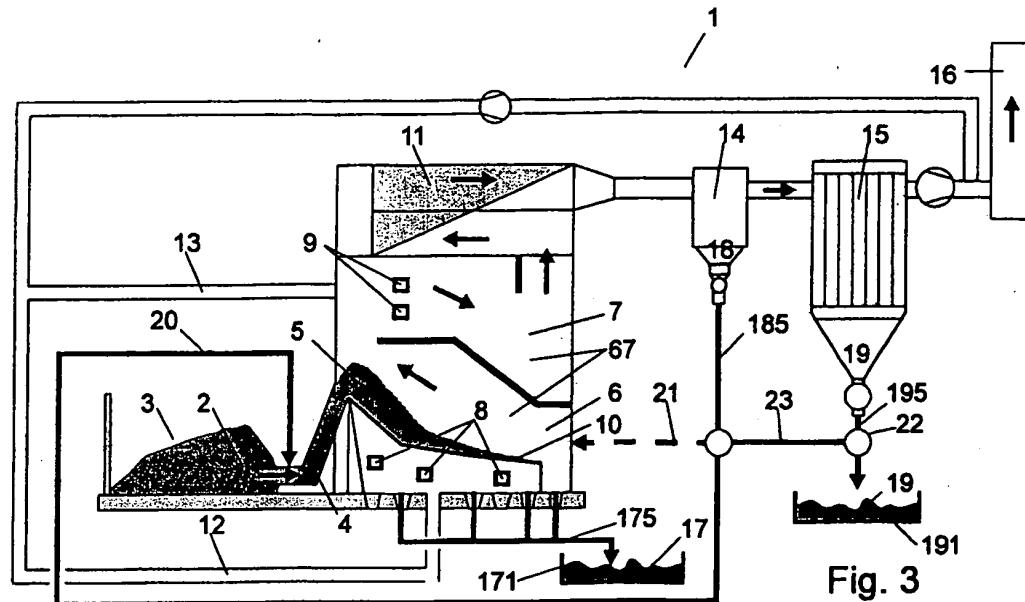


Fig. 3

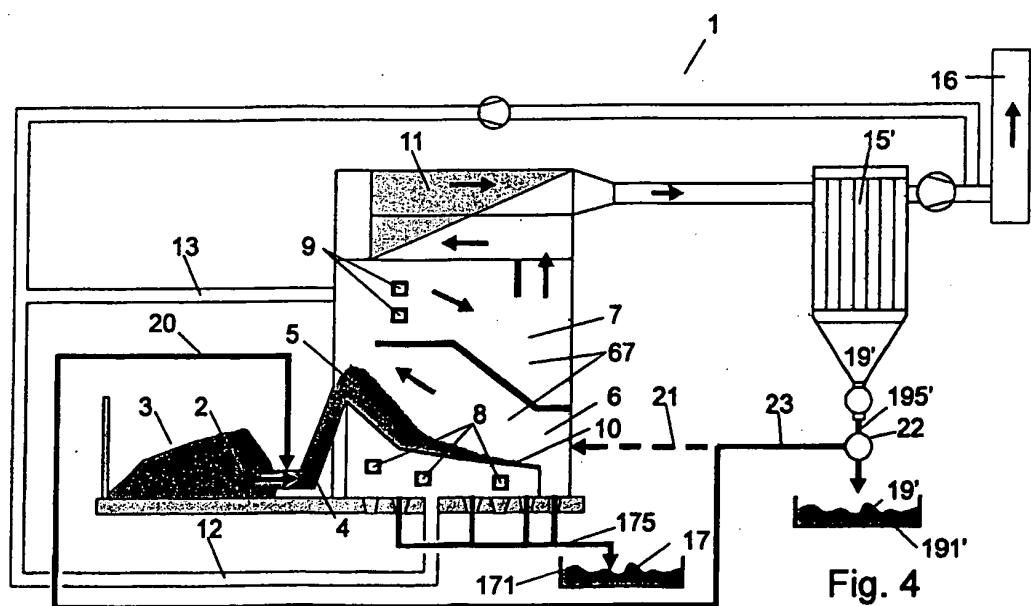


Fig. 4