



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(51) Int Cl.:
F23B 10/00 ^(2006.01) **F23L 9/02** ^(2006.01)
F23G 5/32 ^(2006.01) **F23G 7/10** ^(2006.01)
F23G 5/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09450013.9**

(22) Anmeldetag: **26.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **31.01.2008 AT 6408 U**
10.11.2008 AT 17422008

(71) Anmelder:
• **Maggale, Anton**
9462 Bad St. Leonhard (AT)

• **Ruß, Egon**
9473 Lavamünd (AT)

(72) Erfinder:
• **Maggale, Anton**
9462 Bad St. Leonhard (AT)
• **Ruß, Egon**
9473 Lavamünd (AT)

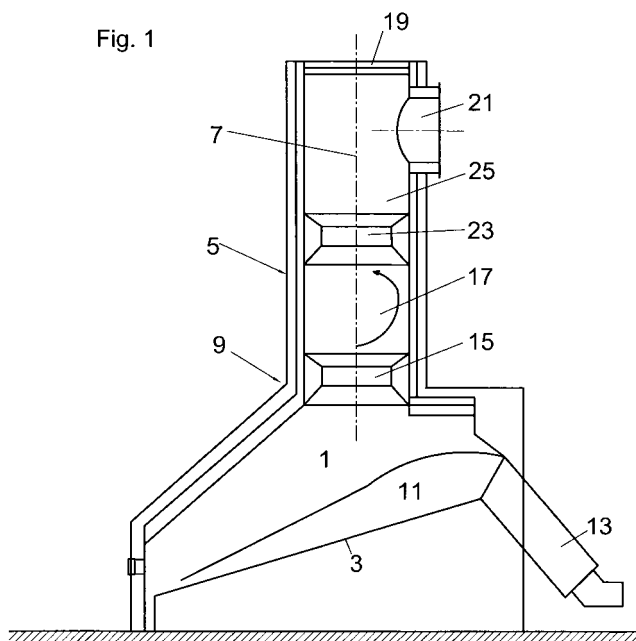
(74) Vertreter: **Beer, Manfred et al**
Lindengasse 8
1070 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe**

(57) Bei einem Verfahren zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere Biomassen, wird eine Vorrichtung verwendet, die eine Brennerkammer (1) besitzt, in der auf einen Vorschubrost (3) eine Vorschubrostfeuerung als Primärverbrennung ausgeführt wird. Oberhalb der Brennerkammer (1) ist eine Zyklonkammer (5) angeordnet, in welcher eine Zyklonverbrennung ausgeführt wird. Die Zyklonkammer (5) ist eine Kammer mit im Wesentlichen lotrechter Achse (5), die an eine Öffnung am

oberen Ende (9) der Brennerkammer (1) angeschlossen ist. In der Zyklonkammer (5) wird durch tangential über Düsenstöcke (30, 31) oder Düsen (40, 41) zugeführte Luft eine Drehbewegung der Rauchgase und in dieser enthaltenen Feststoffe erreicht, wodurch die Feststoffe nach außen gedrückt werden und gegebenenfalls, wenn sie nicht in der Zyklonverbrennung verbrennen, zurück in die Brennerkammer (1) fallen. Gereinigte Rauchgase werden oben und/oder seitlich aus der Zyklonkammer (5) abgezogen.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe.

[0002] Bekannte Vorrichtungen zum Verbrennen fester Brennstoffe besitzen in der Regel einen Rost, auf dem der zu verbrennende Brennstoff verbrannt wird.

[0003] Problematisch bei den bekannten Feuerungsanlagen ist es, dass land- und forstwirtschaftliche Biomasse nur bedingt einer thermischen Nutzung durch Verbrennen zugeführt werden konnten.

[0004] Ein zusätzliches Problem besteht darin, dass eine Sekundärverbrennung nur bedingt möglich ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung zu schaffen, mit denen bei geringen Betriebskosten eine problemlose thermische Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Biomassen und Sonderbrennstoffen, wie Altholz, Abfälle aus der Papierindustrie und Spuckstoffe, möglich ist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einem Verfahren, das die Merkmale von Anspruch 1 aufweist und mit einer Vorrichtung, welche die Merkmale von Anspruch 14 aufweist.

[0007] Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es, dass die Primärverbrennung (Vorschubrost) und die Sekundärverbrennung (Zyklonverbrennung) räumlich getrennt erfolgen. Die Primärverbrennung kann in reduzierender Atmosphäre betrieben werden. Dadurch ist eine erhebliche Reduktion der umweltschädigenden Stickoxide möglich.

[0009] Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Kombination aus Vorschubrostfeuerung und eine vertikale Zyklonverbrennung (Wirbelschichtverbrennung) vorliegt, bei der die Primärverbrennung auf einem Vorschubrost stattfindet, ergibt sich ein günstiger Verlauf der Verbrennung mit geringem Anfall an umweltbelastenden Abfallstoffen. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können insbesondere auch feste, langflammige und vor allem ligninhaltige Brennstoffe verbrannt werden.

[0010] In einer Ausführungsform kann durch großzügige Dimensionierung der Rostkonstruktion das Trocknen des Brennstoffes und die nachfolgende Primärverbrennung in einem kontrollierten Glutbett ausgeführt werden.

[0011] Das Verbrennen auf einem Vorschubrost hat wesentliche Vorteile gegenüber einer reinen Wirbelschichtfeuerung, worunter unter anderem geringere Luftgeschwindigkeiten am Rost zu nennen ist.

[0012] Dabei ergibt sich in einer Ausführungsform bei der Erfindung der Vorteil, dass der Rohstaubgehalt bereits im Primärbereich minimiert wird.

[0013] Mit Vorteil ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass über der als Vorschubrostfeuerung ausgebildeten Primärzone, die Zyklonverbrennung vertikal an-

geordnet ist.

[0014] In einer Ausführungsform der Erfindung ergeben der speziell geformte Eintritt in die Zyklonkammer und tangential angeordnete Luftdüsen für die Sekundärluft und die dadurch bewirkte Zirkulation ein vorteilhaftes Drehen der Rauchgase. Durch diese Rotationsbewegung der Rauchgase werden (schwere) Staubteilchen nach außen gedrückt, wo sie verbrennen und wieder nach unten in die Primärzone fallen.

[0015] Der in der Zyklonverbrennung ablaufende, dynamisch durch die Tangentialkräfte und Schwerkraft beeinflusste Verbrennungsprozess ermöglicht ein vollständiges Verbrennen der Flugasche.

[0016] Zusätzlich ergibt sich durch die hohe Turbulenz im Bereich der vertikalen Zyklonverbrennung eine gute Vermischung der Schwelgase mit Sauerstoff, wodurch das Verbrennen mit einem sehr geringen Restsauerstoff und damit hohem feuerungstechnischen Wirkungsgrad betrieben werden kann.

[0017] Durch den Selbstreinigungseffekt der vertikal angelegten Kammer, in welcher die Zyklonverbrennung ausgeführt wird, wird das Ablagern von Flugasche verhindert.

In einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass in die Zyklonverbrennung Luft in unterschiedlichen Richtungen eingeblasen wird.

[0018] Gemäß der Erfindung kann diese Ausführungsform in einer Vorrichtung mit einer Brennkammer zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere land- und forstwirtschaftlicher Biomasse, sowie Sonderbrennstoffe, ausgeführt werden, wobei eine Primärverbrennung in einer Kammer mit einem Rost ausgeführt wird, und eine Sekundärverbrennung als Zyklonverbrennung ausgeführt wird, die sich dadurch auszeichnet, dass in der Zyklonkammer mehrere Düsenstöcke/Düsen für den Eintritt von Luft münden und dass die Düsenstöcke/Düsen zur Zyklonkammer tangential oder wenigstens annähernd tangential ausgerichtet sind.

[0019] Durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise ebenso wie durch die erfindungsgemäße Anordnung und Wahl der Düsen, durch die Luft in den Bereich der, vorzugsweise vertikalen, Zyklonverbrennung eingeblasen wird, hat man es mit einfachen Mitteln einerseits in der Hand, die Zyklonverbrennung turbulent oder in Form einer Wirbelschicht zu betreiben, und andererseits besteht die Möglichkeit die Bedingungen der Sekundärverbrennung im Zyklon zu optimieren.

[0020] Überdies erlaubt es die Erfindung durch die tangentialen oder im Wesentlichen tangentialen Luftströme (aus den Düsen) die tangentiale Geschwindigkeit bei der Zyklonverbrennung zu regeln, um eine optimale Verbrennung zu erreichen. Die alles kann zum vorteilhaften Verringern des Rohstaubgehaltes in den Abgasen (Rauchgas) führen.

[0021] Mit Vorteil ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass über der als Vorschubrostfeuerung ausgebildeten Primärzone, die Kammer für die Zyklonverbrennung vertikal angeordnet ist.

[0022] Insgesamt ergibt sich mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber konventionellen Vorschubrostfeuerungsanlagen eine erhebliche Reduktion der Betriebskosten.

[0023] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die Primärverbrennung als Vorschubrostfeuerung ausgeführt wird.

[0024] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die Primärverbrennung durch eine Verbindungsöffnung in die Zyklonverbrennung eintritt.

[0025] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass in die Zyklonverbrennung Luft in unterschiedlichen Richtungen eingeblasen wird.

[0026] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass in die Zyklonverbrennung Luft in tangentialen oder in im Wesentlichen tangentialen Strömen eingeblasen wird.

[0027] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die tangentiale Geschwindigkeit bei der Zyklonverbrennung durch Wahl der Geschwindigkeit der Luftströme eingestellt wird.

[0028] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass Luft in die Zyklonverbrennung aus wenigstens zwei Düsen eingeblasen wird.

[0029] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass Luft abwechselnd aus zwei von vier über den Umfang der Kammer der Zyklonverbrennung verteilt angeordneten Düsenstöcken, wobei die zwei Düsenstöcke einander diametral gegenüberliegen, in die Zyklonverbrennung eingeblasen wird.

[0030] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die Richtungen der Luftströme, die aus den zwei Düsen austreten, zueinander parallel jedoch entgegengesetzt sind.

[0031] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass Luft abwechselnd, mit gleicher oder unterschiedlicher Intensität, aus Düsen eines Satzes von zwei Sätzen von Düsen in die Zyklonverbrennung eingeblasen wird, wobei die aus den Düsen der beiden Sätze austretenden Luftströme entgegengesetzt tangential oder im Wesentlichen tangential ausgerichtet sind.

[0032] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass Luft gleichzeitig, mit gleicher oder unterschiedlicher Intensität, aus Düsen eines Satzes von zwei Sätzen von Düsen in die Zyklonverbrennung eingeblasen wird, wobei die aus den Düsen der beiden Sätze austretenden Luftströme entgegengesetzt tangential oder im Wesentlichen tangential ausgerichtet sind.

[0033] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die

Luftströme in einer Richtung und Geschwindigkeit in die Zyklonverbrennung eingeblasen werden, dass die Zyklonverbrennung turbulent ausgeführt wird.

[0034] In einer Ausführungsform kann sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch auszeichnen, dass die Luftströme in einer Richtung und Geschwindigkeit in die Zyklonverbrennung eingeblasen werden, dass die Zyklonverbrennung in Form einer Wirbelschicht ausgeführt wird.

[0035] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass der Kammer für die Vorschubrostfeuerung eine Vorrichtung zum Zuführen von festen Brennstoffen zugeordnet ist.

[0036] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass der Übergang zwischen der Kammer für die Vorschubrostfeuerung und der Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung einen gegenüber der Querschnittsfläche der Zyklonkammer kleinere Querschnittsfläche aufweist.

[0037] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung mit Abstand von der Verbindungsöffnung zwischen Kammer für Vorschubrostfeuerung und Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung eine nach innen weisende, nach innen vorspringende Rippe, insbesondere eine Ringrippe, aufweist.

[0038] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass in der Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung wenigstens eine Düse für den Eintritt von Luft mündet.

[0039] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die wenigstens eine Düse für das Zuführen von Luft in die Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung in den Bereich zwischen der Verbindungsöffnung und der Rippe tangential einmündet.

[0040] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die wenigstens eine Düse mit geringem Abstand über der Verbindungsöffnung mündet.

[0041] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass in der Zyklonkammer mehrere Düsenstöcke/Düsen für den Eintritt von Luft münden und dass die Düsenstöcke/Düsen zur Zyklonkammer tangential oder wenigstens annähernd tangential ausgerichtet sind.

[0042] In einer Ausführungsform kann sich die zum

Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass in der Brennkammer für die Primärverbrennung ein Vorschubrost vorgesehen ist, dem eine Vorrichtung zum Zuführen von festen Brennstoffen zugeordnet ist.

[0043] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass der Übergang zwischen der Brennkammer für die Primärverbrennung und der Zyklonkammer eine gegenüber der Querschnittsfläche des Inneren der Zyklonkammer kleinere Querschnittsfläche aufweist.

[0044] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung mit Abstand von der Verbindungsöffnung zwischen der Brennkammer für die Primärverbrennung und der Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung eine nach innen weisende, nach innen vorspringende Rippe, insbesondere eine Ringrippe, aufweist.

[0045] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Zyklonkammer für die Zyklonverbrennung als vorsprungfreier Zylinder ausgebildet ist.

[0046] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Düsenstöcke/Düsen für das Zuführen von Luft in die Zyklonkammer tangential einmünden.

[0047] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass zwei Paare mit zwei einander diametral gegenüberliegender Düsenstöcke vorgesehen sind.

[0048] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Achsen der Mündungen der Düsenstöcke parallel zu einer zwischen zwei Düsenstöcken liegenden Durchmesserlinie ausgerichtet sind.

[0049] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Düsenstöcke mit Versorgungsleitungen für Luftzufuhr derart verbunden sind, dass entweder die Düsenstöcke des einen Paares oder die Düsenstöcke des anderen Paares mit Luft beaufschlagbar sind.

[0050] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass die Düsenstöcke mit Versorgungsleitungen für Luftzufuhr derart angeschlossen sind, dass die Düsenstöcke des einen Paares und die Düsenstöcke 31 des anderen Paares gleichzeitig mit Luft, gegebenenfalls mit Luft unterschiedlicher Intensität, beaufschlagbar

sind.

[0051] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass in der Wand der Zyklonkammer ein erster Satz Düsen, die annähernd tangential ausgerichtet sind, einerseits, und ein zweiter Satz Düsen, die annähernd tangential zur Zyklonkammer ausgerichtet sind, andererseits, vorgesehen sind und dass die Düsen des ersten Satzes und die Düsen des zweiten Satzes in entgegengesetzte Richtungen ausgerichtet sind.

[0052] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass in der Zyklonkammer Düsenstöcke/Düsen in unterschiedlichen Höhenlagen angeordnet sind.

[0053] In einer Ausführungsform kann sich die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagene erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch auszeichnen, dass mehrere Paare Düsenstöcke über die Höhe der Zyklonkammer verteilt angeordnet sind.

[0054] Weitere Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen, in welcher in Fig. 1 eine Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe und in den Fig. 2 bis 5 in schematischen horizontalen Schnitten Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Zyklonkammern gezeigt sind.

[0055] Eine erfindungsgemäße Anlage besitzt in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform zwei grundsätzliche Bauteile, eine Brennkammer 1 und eine Zyklonkammer 5. In der Brennkammer 1, in welcher die Vorschubrostfeuerung ausgeführt wird, ist ein Vorschubrost 3 vorgesehen. Über der Brennkammer 1 ist die Zyklonkammer 5 angeordnet, in der die Zyklonverbrennung stattfindet. Dabei hat die Zyklonkammer 5 eine lotrechte Achse 7 und ist am oberen Ende 9 der Brennkammer 1 für die Vorschubrostfeuerung angeordnet.

[0056] In der Brennkammer 1 mit der Vorschubrostfeuerung wird Brenngut 11 über eine Zuführung 13, die kontinuierlich oder diskontinuierlich arbeiten kann und beispielsweise eine mechanische Zuführung mittels Hydraulikstoker oder Förderschnecken sein kann, zugeführt. Das Brenngut 11 gleitet entlang des Vorschubrostes 3 nach unten, während es verbrennt.

[0057] Der Übergang 15 zwischen der Brennkammer 1 mit der Vorschubrostfeuerung und der Zyklonkammer 5 für die Zyklonverbrennung ist in dem Ausführungsbeispiel mit reduziertem Querschnitt ausgebildet, um in der Zyklonkammer 5 eine vorteilhafte Strömung der Rauch- bzw. Schwelgase aus der Vorschubrostfeuerung in die vertikale Zyklonverbrennung zu gewährleisten.

[0058] Im Bereich des unteren erweiterten Abschnittes 17 der Zyklonkammer 5 münden mehrere Düsen in die Zyklonkammer 5 tangential ein, durch welche Luft zugeführt wird, welche die Rauchgase und die in diesen enthaltenen Staubteilchen bei der Zyklonverbrennung in eine Drehbewegung um die lotrechte Achse 7 der Zyklon-

kammer 5 versetzen.

[0059] Der Abschnitt 17 der Zyklonkammer 5 mit größerem Durchmesser endet oben mit einer weiteren Einschürung 23, an die sich oben ein zweiter, erweiterter Abschnitt 25 anschließt.

[0060] Durch die Drehbewegung der Rauchgase und der in diesen enthaltenen Staubteilchen in der Zyklonkammer 5, werden Staubteilchen nach außen gedrückt, wo sie verbrennen und nach unten oder zurück in die Brennerkammer 1 der Primärzone (Vorschubrostfeuerung) fallen. Die von Staubteilchen und sonstigen festen Anteilen gereinigten Rauchgase treten aus der Zyklonkammer 5, in welcher die Zyklonverbrennung stattfindet, seitlich aus. Da obere Ende der Zyklonkammer 5, in welchem die Zyklonverbrennung stattfindet, ist geschlossen, kann aber für Wartungs- oder Reinigungsarbeiten mit einem offenbaren Deckel 19 ausgebildet sein, wobei auch ein Schauglas zum Beobachten des Verbrennungsvorganges denkbar ist.

[0061] In einer abgeänderten (nicht gezeigten) Ausführungsform können die gereinigten Rauchgase aus der Zyklonkammer 5 auch nach oben hin austreten.

[0062] Ein erheblicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es, dass sich dank der besonderen Anordnung und Betrieb der Düsen (vgl. Fig. 2 bis 5) in der Zyklonkammer 5 einer Wirbelschicht ähnliche Verhältnisse ausbilden können, wobei Stoffe in der Wirbelschicht von unten durch Übertritt aus der Brennerkammer 1, in welcher die Vorschubrostfeuerung ausgeführt wird, zugeführt und Rauch- oder Verbrennungsgase durch den seitlichen Auslass 21 (oder nach oben) abgezogen werden.

[0063] Bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Ausführungsform sind im Bereich 17 (Fig. 1) für das Ausbilden einer Zyklonverbrennung in der Zyklonkammer 5 vier Düsenstöcke 30 und 31 zum Zuführen von Luft vorgesehen. Die Düsenstöcke 30 und 31 sind so ausgerichtet, dass die Achsen ihrer Mündungen und damit die aus ihnen austretenden Luftströme zu einer Durchmesserlinie 32, die zwischen benachbarten Düsenstöcken 30 und 31 vorgesehen ist, parallel ausgerichtet sind, d.h. das die Luftströme aus den Düsenstöcken 30 und 31 in die Zyklonkammer 5 im Wesentlichen tangential eintreten.

[0064] Bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Ausführungsform wird entweder das Paar mit den Düsenstöcken 30 (Fig. 3) oder das Paar mit den Düsenstöcken 31 (Fig. 2) mit Luft beaufschlagt, so dass sich einmal eine Drehrichtung des Zyklons im Uhrzeigersinn (Fig. 3) und im anderen Fall eine Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn (Fig. 2) ergibt.

[0065] Bei der in den Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsform sind im Bereich der Zyklonkammer 5 zwei Sätze von Düsen, nämlich Düsen 40 und Düsen 41 vorgesehen, die beispielsweise in unterschiedlichen Höhen (übereinander) in der Wand der Zyklonkammer 5 angeordnet sind.

[0066] Die Düsen 40 und 41 sind zur Innenwand der Zyklonkammer 5 im Wesentlichen tangential ausgerich-

tet, so dass sich bei Betrieb der Düsen 40 eine Drehbewegung des Zyklons im Uhrzeigersinn (Fig. 4) bzw. beim Beaufschlagen der Düsen 41 eine Drehbewegung des Zyklons entgegen dem Uhrzeigersinn (Fig. 5) ergibt.

[0067] Bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 einerseits, sowie der Fig. 4 und 5 andererseits ist auch in Betracht gezogen, dass übereinander mehrere Paare von Düsenstöcken 30 und 31 sowie Sätze von Düsen 40 und 41 in verschiedenen Höhen der Zyklonkammer 5 angeordnet sind.

[0068] Durch die erfindungsgemäße Anordnung und die Beaufschlagung von Düsenstöcken 30, 31 bzw. Düsen 40, 41 mit Luft ergeben sich beim Ausführen des Verfahrens der Erfindung ebenso wie beim Betrieb der Vorrichtung der Erfindung erhebliche Vorteile beim Nachverbrennen im Zyklon in der Zyklonkammer 5, da die Drehrichtung umgedreht werden kann, einerseits, und durch Wahl der Stärke/Geschwindigkeit, mit der Luft aus den Düsenstöcken 30, 31 bzw. Düsen 40, 41 austritt auch eine Einstellung der Art des Zyklons, nämlich turbulent oder eine reine Wirbelschicht, andererseits.

[0069] Durch Ändern der Tangentialgeschwindigkeit in der Zyklonkammer 5 können die Parameter der Verbrennung in der Zyklonkammer 5 so eingestellt werden, dass eine optimale Verbrennung erzielt wird. So wird auch erreicht, dass in dem Rauchgas der Rohstaubgehalt verringert wird. Schließlich ergibt sich auch ein Vorteil, dass eine Reinigung der Feuerbox erreicht werden kann.

[0070] Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie folgt beschrieben werden:

[0071] Bei einem Verfahren zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere Biomassen, wird eine Vorrichtung verwendet, die eine Brennerkammer 1 besitzt, in der auf einen Vorschubrost 3 eine Vorschubrostfeuerung als Primärverbrennung ausgeführt wird. Oberhalb der Brennerkammer 1 ist eine Zyklonkammer 5 angeordnet, in welcher eine Zyklonverbrennung ausgeführt wird. Die Zyklonkammer 5 ist eine Kammer mit im Wesentlichen lotrechter Achse 7, die an eine Öffnung am oberen Ende 9 der Brennerkammer 1 angeschlossen ist. In der Zyklonkammer 5 wird durch tangential über Düsenstöcke 30, 31 oder Düsen 40, 41 zugeführte Luft eine Drehbewegung der Rauchgase und in dieser enthaltener Feststoffe erreicht, wodurch die Feststoffe nach außen gedrückt werden und gegebenenfalls, wenn sie nicht in der Zyklonverbrennung verbrennen, zurück in die Brennerkammer 1 fallen. Gereinigte Rauchgase werden oben und/oder seitlich aus der Zyklonkammer 5 abgezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere land- und forstwirtschaftlicher Biomasse, sowie Sonderbrennstoffe, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Primärverbrennung in einer Kammer mit einem Rost ausgeführt wird und dass eine Se-

kundärverbrennung als Zyklonverbrennung ausgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primärverbrennung als Vorschubrostfeuerung ausgeführt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zyklonverbrennung oberhalb der Primärverbrennung mit im Wesentlichen lotrechter Achse der Drehbewegung ausgeführt wird. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Zyklonverbrennung Luft in tangentialen oder in im Wesentlichen tangentialen Strömen eingeblasen wird. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Luft abwechselnd aus zwei von vier über den Umfang der Kammer der Zyklonverbrennung verteilt angeordneten Düsenstöcken, wobei die zwei Düsenstöcke einander diametral gegenüberliegen, in die Zyklonverbrennung eingeblasen wird. 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Luft abwechselnd, mit gleicher oder unterschiedlicher Intensität, aus Düsen eines Satzes von zwei Sätzen von Düsen in die Zyklonverbrennung eingeblasen wird, wobei die aus den Düsen der beiden Sätze austretenden Luftströme entgegengesetzt tangential oder im Wesentlichen tangential ausgerichtet sind. 25
7. Vorrichtung zum Ausführen der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Kammer (1), in der ein Rost (3) für das Ausführen einer Vorschubrostfeuerung vorgesehen ist, und **durch** eine Zyklonkammer (5) mit lotrechter Achse (7), in welcher eine Zyklonverbrennung ausgeführt wird, wobei die Zyklonkammer (5) für die Zyklonverbrennung und die Kammer (1) mit der Vorschubrostfeuerung **durch** eine Verbindungsöffnung (15) miteinander in Verbindung stehen. 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang (15) zwischen der Kammer (1) für die Vorschubrostfeuerung und der Zyklonkammer (5) für die Zyklonverbrennung einen gegenüber der Querschnittsfläche der Zyklonkammer (5) kleinere Querschnittsfläche aufweist. 35
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Zyklonkammer (5) wenigstens eine Düse für den Eintritt von Luft mündet. 40
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Düse für das 45

Zuführen von Luft in die Zyklonkammer (5) für die Zyklonverbrennung in den Bereich (17) zwischen der Verbindungsöffnung (15) und der Rippe (23) tangential einmündet.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Zyklonkammer (5) mehrere Düsenstöcke/Düsen (30, 31; 40, 41) für den Eintritt von Luft münden und dass die Düsenstöcke/Düsen (30, 31; 40, 41) zur Zyklonkammer (5) tangential oder wenigstens annähernd tangential ausgerichtet sind. 50
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Brennkammer (1) für die Primärverbrennung ein Vorschubrost (3) vorgesehen ist, dem eine Vorrichtung (13) zum Zuführen von festen Brennstoffen (11) zugeordnet ist. 55
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zyklonkammer (5) für die Zyklonverbrennung als vorsprungfreier Zylinder ausgebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenstöcke/Düsen (30, 31; 40, 41) für das Zuführen von Luft in die Zyklonkammer (5) tangential einmünden.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen der Mündungen der Düsenstöcke (30/31) parallel zu einer zwischen zwei Düsenstöcken (30/31) liegenden Durchmesserlinie (32) ausgerichtet sind.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Wand der Zyklonkammer (5) ein erster Satz Düsen (40), die annähernd tangential ausgerichtet sind, einerseits, und ein zweiter Satz Düsen (41), die annähernd tangential zur Zyklonkammer (5) ausgerichtet sind, andererseits, vorgesehen sind und dass die Düsen (40) des ersten Satzes und die Düsen (41) des zweiten Satzes in entgegengesetzte Richtungen ausgerichtet sind. 60

Fig. 1

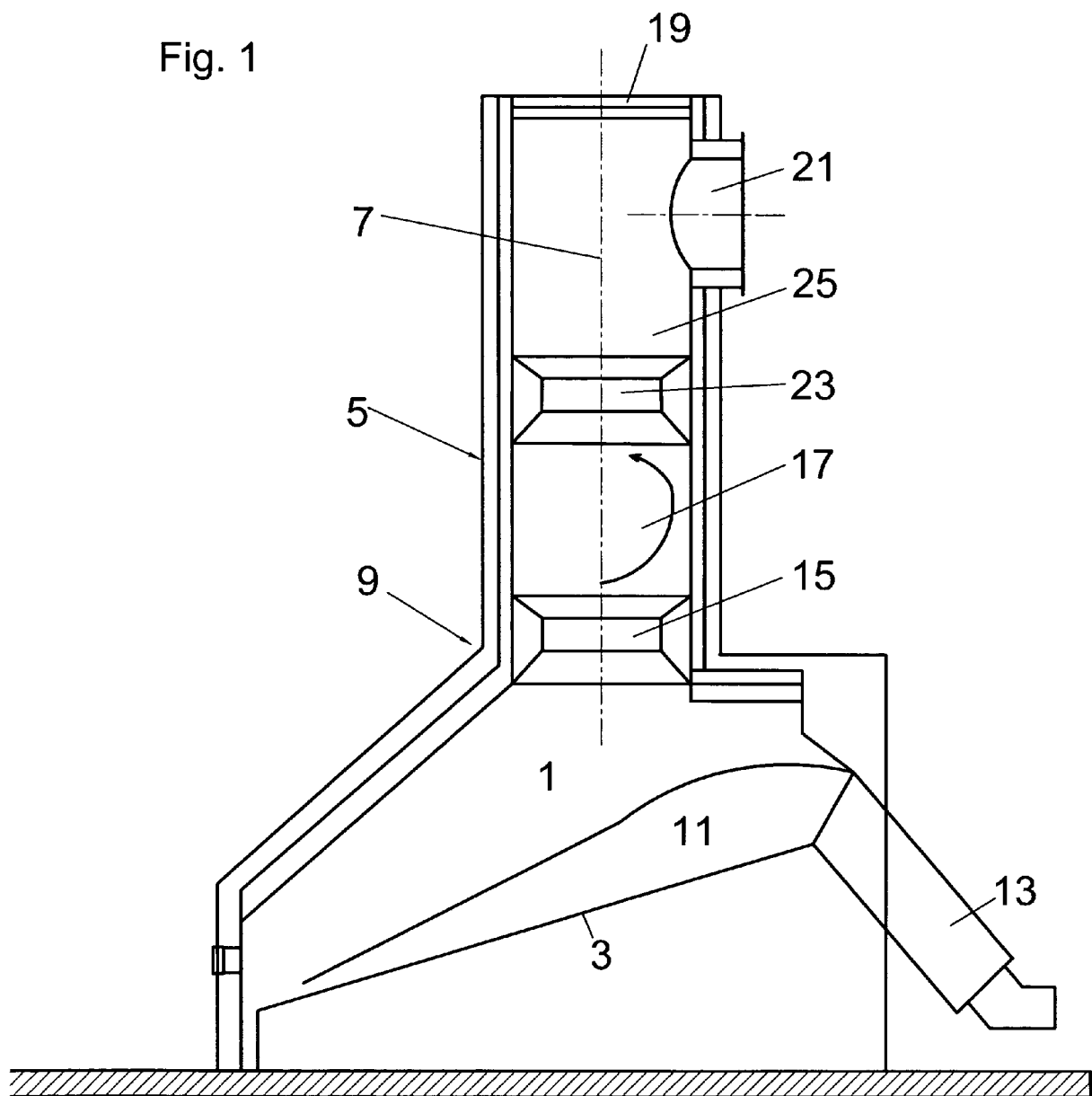


Fig. 2

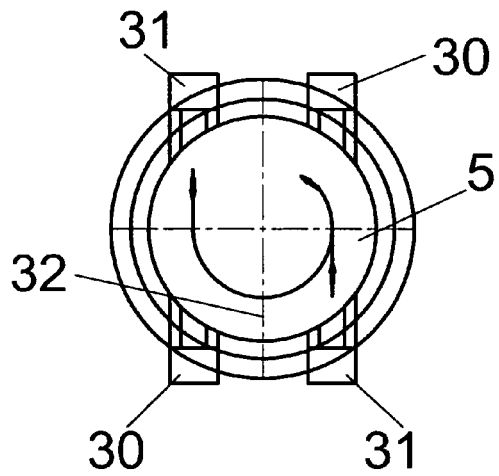


Fig. 3

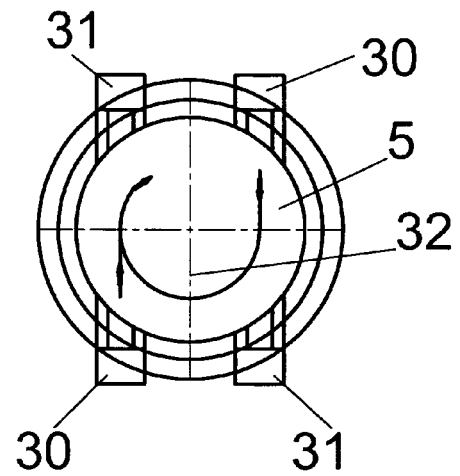


Fig. 4

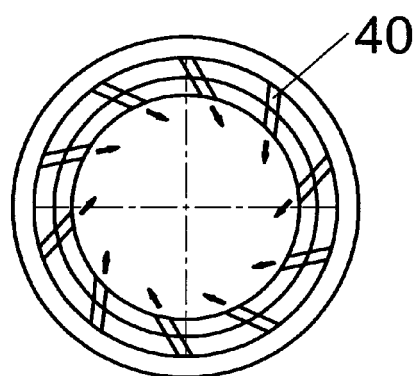


Fig. 5

