

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 952 396 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.1999 Patentblatt 1999/43

(51) Int Cl.⁶: **F23G 5/14**, F23G 5/22,
F23L 1/02, F23L 9/02,
F23J 1/00

(21) Anmeldenummer: **99107649.8**

(22) Anmeldetag: **16.04.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Schoppe, Fritz Dr.-Ing.**
82057 Icking (DE)

(74) Vertreter: **Körner, Ekkehard, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

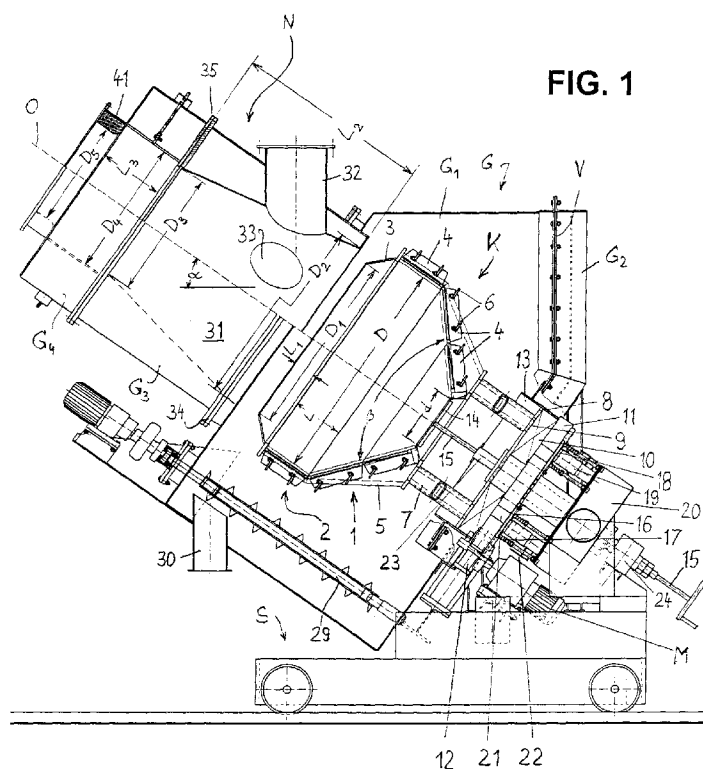
(30) Priorität: **17.04.1998 DE 19817122**

(71) Anmelder: **Dr. Schoppe Technologie GmbH**
D-82538 Geretsried (DE)

(54) Vorrichtung zum Verbrennen von stückigem Brenngut

(57) Eine Vorrichtung zum Verbrennen von Holz- oder Holzballstücken besteht aus einem um eine schrägstellende Achse rotierenden Brennkegel (K) und einem feststehenden, der Brennkegelöffnung gegenüberstehenden Nachbrenner (N). Der Brennkegel weist mit Unterwindblaslöchern versehene Tragarme (5) auf, und der Nachbrenner ist mit einer Einrichtung (W) zum

tangentialen Einleiten von Oberwind an seinem austrittsseitigen Ende versehen. Die Abmessungen von Brennkegel und Nachbrenner sind so bestimmt, daß sich bei erhöhter Belastung des Brennkegelrostes ein äußert CO-armes Verbrennungsabgas mit minimalem Staubgehalt ergibt, auch wenn das in der Vorrichtung verbrannte Abfallholz belastet ist.

**FIG. 1****EP 0 952 396 A2**

Beschreibung

[0001] Zur Verbrennung von stückigem Brenngut, insbesondere Holz oder Holzabfallstücken sind Rostfeuerungsanlagen bekannt, bei denen der Verbrennungsrost aus einem um eine schrägstehe Achse drehangetriebenen Hohlkegelstumpf besteht, dessen Innenraum mit dem Brenngut versorgt wird und der von unten mit Unterwind beaufschlagt wird. Der Verbrennungsrost hat Öffnungen zwischen den ihn bildenden Roststäben, durch die der Unterwind jedoch nur zum kleinen Teil strömen kann, weil der auf dem Verbrennungsrost liegende Brennstoff diese Öffnungen teilweise versperrt. Der größere Teil des Unterwindes wird daher gewöhnlich seitlich und nach unten abgelenkt. Das auf dem Verbrennungsrost liegende Brenngut erhält dadurch nicht genügend Verbrennungsluft.

[0002] Zur Nachverbrennung der von dem Brenngut aufsteigenden Flammgase ist bei der bekannten Rostfeuerungsanlage oberhalb der Mündung des kegelstumpfförmigen Verbrennungsrostes eine Nachbrennkammer angeordnet, in die die aufsteigenden Flammgase den zur Nachverbrennung erforderlichen Oberwind ansaugen.

[0003] Die Erfahrungen mit den bekannten Rostfeuerungen der vorgenannten Art haben gezeigt, daß mit ihnen Rostbelastungen von allenfalls 0,5 bis 0,8 MW/m² erzielbar sind. Weiterhin wurden CO-Gehalte im aus der Nachbrennkammer austretenden Abgas von 200 mg/m³ und mehr gemessen. In den Abgasen war ein Staubgehalt von 1000 bis 2000 mg/m³ und mehr enthalten, was eine aufwendige Abgasentstaubung notwendig machte.

[0004] Angesichts der geringen Rostbelastung und der hohen CO- und Ascheanteile in den Abgasen haben sich Rostfeuerungen der vorgenannten Art in der Praxis nicht durchgesetzt.

[0005] Unter Umweltgesichtspunkten stellt sich in letzter Zeit mehr und mehr die Aufgabe, Holzstücke, insbesondere Abfallholz, auch belastetes Abfallholz, einer wirtschaftlichen Verwertung zuzuführen, zum einen, um fossile Brennstoffe durch nachwachsende Brennstoffe zu ersetzen, und zum anderen, um Deponieprobleme bei belastetem Abfallholz, beispielsweise aus Hausabbrüchen, Möbelschreinereien und dgl., zu vermeiden. Mit dem bekannten Stand der Technik der eingangs genannten Art läßt sich dieses Problem aber nicht umweltschonend und dabei wirtschaftlich lösen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit der stückiges Brenngut, insbesondere Holz oder Holzabfall, auch belastetes Abfallholz, mit hohem Wirkungsgrad und umweltschonend, d.h. mit extrem niedrigen CO- und Staubanteilen in den Verbrennungsabgasen, verbrannt werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen wird nicht nur eine graduelle, sondern eine sprunghafte Verbesserung der Verbrennung gegenüber dem bisherigen Stand der gesamten Rostfeuerungs-technik erreicht. Mit der Erfindung erzielt man Rostbelastungen von 3 bis 4 MW/m², also eine fünffache Steigerung des Wirkungsgrades der Vorrichtung, eine Absenkung des CO-Gehaltes der Verbrennungsgase auf bis herab zu 10 mg/m³, was die Verbrennungsqualität kennzeichnet, und eine Verminderung des Staubgehaltes in den Verbrennungsabgasen auf weit unter 500 mg/m³ ohne Filterungsmaßnahmen. Brauchte man bei Rostfeuerungsanlagen nach dem Stand der Technik mindestens einen Luftüberschuß entsprechend 6 bis 7% O₂ im Abgas, um die TA-Luft einzuhalten (CO < 250 mg/m³), genügt bei der Erfindung ein Überschuß von 1,3% O₂. Entsprechend verringern sich die Abgasverluste.

[0009] Versuche mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung einer Feuerungsleistung von 4 MW haben ergeben, daß die Abgase optisch klar sind und die in ihnen noch enthaltenen Staubmengen so gering sind, daß die Partikelgrößen nicht klassifizierbar sind. Diesen Versuchen lag als Brennstoff belastetes Abfallholz, geschreddert auf maximal 200 mm Kantenlänge, zugrunde, das Plastikbeschichtungen, Anstriche und stickstoffreiche Spanplattenreste enthielt. Nach Einregulierung der Luftführung an Verbrennungsrost und Nachbrennkammer wurden folgende Emissionen gemessen: O₂-Gehalt in den Verbrennungsabgasen: 2,5%, CO-Gehalt in den Verbrennungsabgasen: 9 mg/m³. In den Abgasen konnte optisch kein Staub erkannt werden.

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf ein in den Zeichnungen dargestelltes Ausführungsbeispiel, mit dem die genannten Versuche durchgeführt wurden, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Darstellung einer Vorrichtung nach der Erfindung, ohne äußere Tragstrukturen;

Fig. 2 einen Radialschnitt durch den zylindrischen Abschnitt des Verbrennungsrostes;

Fig. 3 einen Axialschnitt durch einen einzelnen Tragarm;

Fig. 4 den Schnitt durch den Tragarm längs der Linie IV-IV von Fig. 3;

Fig. 5 einen Schnitt durch den Tragarm längs der Linie V-V von Fig. 3;

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Rollenlagerung des Laufrings;

Fig. 7a bis 7c verschiedene Ansichten eines Roststabes aus dem kegelstumpfförmigen Abschnitt des Verbrennungsrostes;

Fig. 8a und 8b einen Radialschnitt und einen Axialschnitt durch den Luftsammelraum einer Einrichtung zur Zuführung des Oberwindes ab oberen Ende der Nachbrennkammer.

[0011] Fig. 1 zeigt in Seitenansicht, teilweise geschnitten, eine Vorrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem um eine schrägstehende Achse O drehbar gelagerten, hohlen, kegelähnlichen Feuerungsrost K, der in einem Gehäuse G angeordnet ist, und einem der Mündung des Feuerungsrostes K gegenüberstehenden Nachbrenner N, der eine kegelstumpfförmig gestaltete Nachbrennkammer enthält, deren Öffnung größeren Durchmessers dem Feuerungsrost K gegenübersteht. An den Nachbrenner N schließt sich austrittsseitig eine Oberwindzuführeinrichtung W an.

[0012] Das Gehäuse G ist in zwei lösbar miteinander verbundene Teile G_1 und G_2 unterteilt, von denen der Gehäuseteil G_1 zusammen mit dem Nachbrenner N von einer hier nicht dargestellten Tragstruktur stationär gehalten ist, während der eine Rückwand des Gehäuses G bildende Gehäuseteil G_2 zusammen mit dem Verbrennungsrost K von einem verfahrbaren Schlitten S gehalten ist. Nach Lösen der Gehäuseverbindung V ist daher der Verbrennungsrost K aus dem Gehäuseteil G herausfahrbar, beispielsweise für Inspektions- und Wartungszwecke.

[0013] Der Verbrennungsrost, der nachfolgend mit Brennkegel K bezeichnet werden soll, weist einen kegelstumpfförmigen Abschnitt 1, einen sich an dessen Ende größeren Durchmessers coaxial anschließenden zylindrischen Abschnitt 2 und einen sich an diesen coaxial anschließenden, sich im Öffnungsdurchmesser verengenden, kegelstumpfförmigen Aufsatz 3 auf. Die Brenngutauflagefläche dieses Brennkegels K besteht aus Roststäben 4, aus warmfestem Guß und aus hohlen, radial/axial verlaufenden Tragarmen 5 und Ringträgern 6, die die Tragarme 5 umschließen und miteinander verbinden. Der Brennkegel K ist an seinem Ende kleineren Durchmessers d von mehreren hohlen, achsparallelen Beinen 7 gehalten, die in die Tragarme 5 übergehen und an ihren den Tragarm 5 abgewandten Enden an einer sich radial erstreckenden Tragplatte 8 befestigt sind. Die Tragplatte 8 hat eine der Anzahl der Beine 7 entsprechende Zahl von Durchbrüchen 9, durch die hindurch die Innenräume der Beine 7 mit Luftkammern 10 in einem Luftsammelkasten in Verbindung stehen. Diese Luftkammern 10 sind an einem Ende von der Tragplatte 8 und am anderen Ende von einem Laufring 11 abgeschlossen, der von zwei Rollenordnungen 12 an dem Schlitten S drehbar abgestützt ist, siehe hierzu auch Fig. 6.

[0014] Auf der dem Brennkegel K zugewandten Seite ist die Tragplatte 8 von einer Platte 13 aus Feuerfestbeton als Wärmeschutz bedeckt.

[0015] Die Achse O des Brennkegels K weist gegenüber der Horizontalen einen Neigungswinkel α von 35° auf. Der Öffnungswinkel β des Brennkegels K beträgt 100° . Die unterste Mantellinie des kegelstumpfförmigen Abschnitts 1 des Brennkegels hat gegenüber der Horizontalen somit eine Neigung von 15° .

[0016] Das untere Ende des kegelstumpfförmigen Abschnitts 1 ist von einer Tellerklappe 14 verschlossen, die mittels einer Spindel 15 in eine Öffnungsstellung nach unten zurückgefahren werden kann, um Rückstände aus dem Innenraum des Brennkegels K entleeren zu können.

[0017] Auf der dem Brennkegel K abgewandten Seite des Laufrings 11 liegt auf diesem ein Gleitdichtungsring 16 auf, der durch eine Vielzahl von Schraubendruckfedern 17 an dem Laufring 11 in Anlage gehalten wird. In diesem Gleitdichtungsring 16 sind eine der Anzahl der Luftkammern 10 entsprechende Zahl von Bohrungen Anschlußstutzen 18 ausgebildet, die jeweils über Kompensationsschläuche 19 mit einer Unterwindzuführkammer 20 verbunden sind, die von dem Schlitten S getragen wird. Es ist ferner zu erwähnen, daß der Laufring 11 eine der Anzahl der Luftkammern 10 entsprechende Zahl von Bohrungen 21 aufweist, die mit den Bohrungen in dem Gleitdichtungsring 16 fluchten. In der Verbindung zwischen der Unterwindzuführkammer 20 und den Kompensationsschläuchen 19 ist jeweils ein Stellschieber 22 angeordnet. Die Luftzuführung von der Unterwindzuführkammer 20 zu den Innenräumen der Tragarme 5 erfolgt somit über die Ventilschieber 22, Kompensationsschläuche 19, Anschlußstutzen 18, Bohrungen im Gleitdichtungsring 16, Bohrungen 21 in dem Laufring 11, Luftkammern 10, Öffnungen 9 in der Tragplatte 8 und Beine 7.

[0018] An der Tragplatte 8 ist zentrisch eine Welle 23 befestigt, die ein sich vom Brennkegel K weg nach unten erstreckendes Ende aufweist, das in einem Pendelrollenlager 24 am Schlitten S gelagert ist.

[0019] Ein Getriebemotor M, der am Schlitten S befestigt ist, versetzt über eine Stirnverzahnung über den Laufring 11 den Brennkegel K in Drehung um seine Achse O.

[0020] Fig. 2 zeigt eine Radialschnittansicht durch den zylindrischen Abschnitt 2 des Brennkegels K. Man erkennt in Fig. 2 insgesamt zwölf hohle Tragarme 5, die in gleichmäßigen Winkelabständen angeordnet sind. Zwischen den Tragarmen 5 sind an in Umfangsrichtung verlaufenden Flachstahlringen 6 eine Vielzahl von Roststäben 4 angebracht. Die Roststäbe 4 sind in jeweils zwei benachbarte Flachstahlringe 6 eingehängt. Im zylindrischen Abschnitt 2 weisen die Roststäbe 4 einander parallele Seiten auf, während die im kegelstumpfförmigen Abschnitt 1 angebrachten Roststäbe 4 eine leicht keilförmige Gestalt aufweisen. Auf Details wird später eingegangen.

[0021] Jeder Tragarm 5 weist auf seiner dem Innenraum des Brennkegels K zugewandten Seite eine Vielzahl von

Öffnungen 25 auf, die in Fig. 2 nicht dargestellt sind, jedoch in der Schnittdarstellung von Fig. 3 deutlich zu erkennen sind. Die Tragarme 5 haben im Bereich des zylindrischen Abschnitts 2 des Brennskegels K gemäß Fig. 4 runden Querschnitt, während sie im kegelstumpfförmigen Abschnitt 1 gemäß dem Schnitt von Fig. 5 ovalen Querschnitt haben. Man erkennt in Fig. 3, daß die Tragarme 5 am Ende kleineren Durchmessers des kegelstumpfförmigen Abschnitts 1 der Brennkammer K jeweils in ein Bein 7 übergehen. Die Beine 7 haben, wie in Fig. 1 dargestellt ist, ebenfalls ovalen Querschnitt.

[0022] Die dem Innenraum des Brennskegels K zugewandten Seiten der Tragarme 5 erheben sich gemäß den Fig. 2, 4 und 5 teilweise über die Brenngutauflagefläche, die im Brennskegel K von den Roststäben 4 gebildet wird. Dieses ermöglicht es, die Öffnungen 25 jeweils seitlich zu einer den Tragarm 5 schneidenden Axialebene E anzuordnen, d. h. die Öffnungen 25 sind jeweils schräg zu dieser Axialebene E und damit auch zu der Brenngutauflagefläche gerichtet, so daß die Gefahr vermindert ist, daß die Öffnungen 25 von darauf liegendem Brenngut verschlossen werden. Außerdem begünstigt das Vorstehen der Tragarme 5 über die Brenngutauflagefläche den Mittnahmeeffekt bei der Rotation des Brennskegels K, die zu einem Umwälzen des im Brennskegel K befindlichen Brenngutes führt.

[0023] Auf der dem Innenraum des Brennskegels K abgewandten Seite weisen die Tragarme 5 ebenfalls Öffnungen 26 auf, die dazu bestimmt sind, aus dem Brennskegel K in das Gehäuse G hinabgefallene Brenngutpartikel mit Luft für den vollständigen Ausbrand zu versorgen. Außerdem können durch diese "äußeren" Öffnungen 26 Partikel aus den Tragarmen 5 ausgeblasen werden, die evtl. in diese durch die Öffnungen 25 eingedrungen sind.

[0024] Die Öffnungsquerschnitte der Öffnungen 25, die dem Innenraum des Brennskegels K zugewandt sind, sind so bemessen, daß die Summe der Öffnungsquerschnitte pro Längeneinheit des Tragarmes 5 proportional der nominalen Brenngutmenge ist, die pro Längeneinheit des Tragarms 5 im Brennskegel zu erwarten ist. Hierdurch wird eine gleichmäßige Versorgung des Brenngutes mit Unterwind sichergestellt.

[0025] Die Fig. 7a bis 7c zeigen einen einzelnen Roststab 4 aus dem äußeren Bereich des kegelstumpfförmigen Abschnitts 1 des Brennskegels K von der Seite, von oben und von der Stirnseite. Man erkennt, daß der Roststab 4 einen querlaufenden Abschnitt 27 aufweist, der eine Auflagefläche A für das Brenngut bildet, und ferner eine davon vorstehende Rippe 28 hat, die der Aussteifung und Wärmeableitung dient. Der querlaufende Abschnitt 27 hat zu beiden Seiten eine sich fast über die gesamte Länge des Roststabes 4 erstreckende Auskehlung 29, die um eine Distanz d_1 von etwa 2 mm zurückgesetzt ist, so daß zwei benachbarte Roststäbe zwischen sich einen Spalt von etwa 4 mm Breite ausbilden, bzw. ein einzelner Roststab 4 mit einem benachbarten Tragarm 5 einen Spalt von etwa 2 mm Breite ausbildet.

[0026] Für die Erreichung des von der Erfindung angestrebten Erfolges hat bezogen auf eine Feuerungsleistung von 4 MW der gesamten Vorrichtung der kegelstumpfförmige Abschnitt 1 des Brennskegels K an seinem einen (unteren) Ende an der Tellerklappe 14 einen Durchmesser d von 380 mm, und an seinem anderen (oberen) Ende einen Durchmesser D von 1.500 mm. Der sich an dieses obere Ende anschließende zylindrische Abschnitt 2 hat entsprechend einen Durchmesser D von 1.500 mm und eine axiale Länge L von 320 mm. Der sich an den zylindrischen Abschnitt 2 anschließende Aufsatz 3 hat eine axiale Länge L_1 von 150 mm und einen freien Öffnungsdurchmesser D_1 am Austrittsende von 1.180 mm. Die Tragarme 5 bestehen im zylindrischen Abschnitt 2 aus CrNi-Schleudergussrohren ϕ 60x10 mm. Im kegelstumpfförmigen Abschnitt sind diese Schleudergussrohre zu zwei Halbschalen aufgeschnitten und durch dreieckförmige, eingeschweißte Platten zu ovalähnlichen Querschnitten sich in Richtung auf die Beine 7 zunehmender Querschnittsgröße erweitert.

[0027] In dem Gehäuse G befindet sich unterhalb des Brennskegels K ein Abschnitt, in dem Asche gesammelt wird. In diesem Abschnitt befindet sich eine motorgetriebene Förderschneckenanordnung 29, die die Asche in einen Ascheaustrag 30 nach oben abfordern kann.

[0028] Es sei an dieser Stelle betont, daß die Konstruktion des Brennskegels K mitsamt der Art seiner Halterung, Lagerung und Luftzuführung eine selbständig erfinderische Baugruppe darstellt, die als Feuerungsrost auch in anderen Anlagen als der hier beschriebenen Vorrichtung einsetzbar ist.

[0029] Der Nachbrenner N ist in Fig. 1 in seiner oberen Hälfte geschnitten dargestellt und enthält eine Nachbrennkammer 31 kegelstumpfförmigen Querschnitts mit einem unteren Eintrittsdurchmesser D_2 und einem oberen Austrittsdurchmesser D_3 . Die Eintrittsöffnung des Durchmessers D_2 steht der Mündung des Aufsatzes 3 des Brennskegels K mit einem geringen Abstand gegenüber. Die Nachbrennkammer 31 ist vorzugsweise coaxial zum Brennskegel K angeordnet, d.h. coaxial zu dessen Umlaufachse O. Im unteren Bereich weist die Brennkammer 31 an ihrer Oberseite eine Schachtöffnung mit einem daran angesetzten Schacht 32 auf. Diese Schachtöffnung ist vertikal über der Mündung des Brennskegels K angeordnet, die durch die Austrittsöffnung des Aufsatzes 3 definiert ist, so daß durch den Schacht 32 eingeworfenes Brenngut in den Innenraum des Brennskegels K auf den Verbrennungsrost fällt. Benachbart der genannten Schachtöffnung ist in der Wand der Brennkammer 31 eine weitere Öffnung 33 ausgebildet, durch die hindurch ein Zündbrenner (nicht dargestellt) eine Zündflamme auf den unteren Bereich des Innenraums des Brennskegels K richten kann, um darauf befindliches Brenngut zu entzünden.

[0030] Die Nachbrennkammer 31 ist von einem Gehäuse G3 umgeben, das mit dem feststehenden Gehäuseteil G1 mittels einer Flanschverbindung 34 verbunden ist.

[0031] An das obere Ende des Nachbrenners N schließt sich die schon erwähnte Einrichtung W zur Zuführung von Oberwind an, die mit dem Nachbrenner N mittels einer Flanschverbindung 35 verbunden ist.

[0032] Die Oberwindzuführeinrichtung W besteht gemäß den Fig. 8a und 8b aus einem zylindrischen Gehäuse G_4 , das eine ringförmige Luftsammelkammer mit zylindrischen Innen- und Außenwänden ausbildet, in die tangential eine Oberwindzuführleitung 36 mündet. Die Innenwand der Luftsammelkammer ist von zwei Leitblechen 37 gebildet, die leicht spiralförmig gebogen sind und sich jeweils um etwas mehr als die Hälfte eines Kreisumfangs mit einem mittleren Durchmesser D_4 erstrecken. Jedes Leitblech 37 weist eine sich entgegen der Oberwindeinblasrichtung tangential erstreckende Zunge 38 auf, die mittels eines Gestänges 39 von außen radial verstellbar ist. Auf diese Weise ist ein zwischen der Zunge 38 und dem benachbarten Ende des anderen Leitblechs 37 ausgebildeter Spalt 40 in seiner Breite D_2 an der engsten Stelle verstellbar. Die Einrichtung W dient dazu, eine durch den Anschluß 36 tangential in sie eingeleitete Oberwindströmung tangential zur Innenwand der Nachbrennkammer 31 in diese einzuleiten, so daß sich in dieser eine torusförmig wirbelnde Strömung ergibt, die sich vom oberen Ende der Nachbrennkammer in Richtung auf den Brenncegel K fortbewegt.

[0033] An die Einrichtung W schließt sich austrittsseitig ein Kragen 41 an, der einen verengten Querschnitt des Durchmessers D_5 aufweist, der von einer feuerfesten Ausmauerung 42 begrenzt ist.

[0034] Bezogen auf die bereits angegebene Feuerungsleistung der Vorrichtung von 4 MW wird der von der Erfindung angestrebte Erfolg erreicht, wenn der Eintrittsdurchmesser D_2 der Nachbrennkammer 31 an ihrem unteren Ende 1.300 mm, ihr Austrittsdurchmesser D_3 am oberen Ende 850 mm beträgt und sie eine Länge L_2 von 1.270 mm hat. Die Oberwindzuführrichtung hat eine axiale Länge L_3 von vorzugsweise 410 mm, und der mittlere freie Querschnitt, der von den Leitblechen 37 umschlossen wird, hat einen Durchmesser D_4 von 850 mm. Die Spaltbreite d_2 zwischen Leitblech 37 und Zunge 38 kann zwischen 5 und 30 mm betragen und liegt vorzugsweise bei jeweils 15 mm. Der freie Öffnungsdurchmesser D_5 des Kragens 41 liegt vorzugsweise bei 700 mm.

[0035] Möchte man andere Feuerungsleistungen als die im Beispiel angegebenen 4 MW realisieren, gilt für den Brenncegel K das Jung'sche Gesetz, wonach die Leistung proportional der 2,5-ten Potenz des Durchmessers ist, bei gleichbleibendem Öffnungswinkel β . Bezüglich der Nachbrennkammer, die ein Strömungsbild der freien Turbulenz hat, das nicht von der Reynolds-Zahl abhängt, gilt, daß bei gleichbleibendem Öffnungswinkel (gleichem Druckverlust) die Leistung proportional der 2-ten Potenz des Durchmessers ist. Der größere Durchmesser D_2 der Nachbrennkammer ist bei Änderungen der Abmessungen an den Mündungsdurchmesser D_1 des Brenncegelaufsatzes 3 anzupassen.

[0036] Zum Betrieb der Vorrichtung wird der Brenncegel K vorzugsweise zunächst vorgewärmt mit Hilfe des (nicht dargestellten) Zündbrenners, der durch die Öffnung 33 in der Nachbrennkammerwand hindurch in den Brenncegel K feuert. Sodann wird durch den Schacht 32 Brennstoff in den mittels des Motors M in Drehung versetzten Brenncegel K gegeben, wobei die eingegebene Brenngutmenge so zu bemessen ist, daß sie durch die Drehbewegung des Brenncegels K nicht über den Rand der Öffnung des Ansatzes 3 hinaus abgeworfen wird. Dabei wird sogleich oder vorzugsweise erst nach Entzündung des Brenngutes Unterwind zugeführt, der durch die Öffnungen 25 austritt. Sodann wird Oberwind in die Nachbrennkammer 31 eingeleitet, der in dieser aufgrund der sich darin einstellenden Strömung im achsnahen Bereich einen Unterdruck hervorruft, der am größten am Austrittsende der Nachbrennkammer 31 ist. Die aus dem Brenncegel K austretenden Flammgase werden dadurch in die Nachbrennkammer 31 eingesaugt und dort mit dem Oberwind innig durchmischt und verbrannt. In den Flammgasen enthaltene Staubteilchen werden durch die in der Nachbrennkammer wirbelnde Strömung radial ausgeschleudert und fallen am unteren Ende der Nachbrennkammer 31 in den Ascheaufnahme-raum des Gehäuses G.

[0037] Wenn die Brenngutmenge im Brenncegel K aufgrund des Abbrands in ausreichendem Maße abgenommen hat, was beispielsweise mittels eines Kraftmessers erfaßt werden kann, der zwischen dem Pendelrollenlager 24 und dem Schlitten S angeordnet ist (nicht dargestellt), oder wenn der O_2 -Gehalt der Verbrennungsabgase zu steigen beginnt, was durch eine λ -Sonde erfaßt werden kann, wird durch den Schacht 32 neues Brenngut zugeführt.

[0038] Es sei angemerkt, daß die Unterstützung durch die Zündflamme abgestellt werden kann, wenn das Brenngut im Brenncegel k ausreichend entzündet worden ist.

[0039] Durch die Drehbewegung des Brenncegels K wird das auf dem Verbrennungsrost liegende Brenngut ständig umgewälzt, wodurch es sich zerreibt und insbesondere die Asche abreibt, die durch die Spalte zwischen den Roststäben bzw. zwischen den Roststäben und den Tragarmen in den Ascheaufnahme-raum des Gehäuses G fällt, wo sie ggf. vollständig ausbrennt, da dem Ascheaufnahme-raum ein geringer Anteil Unterwind durch die Öffnungen 26 in den Tragarmen 5 zugeführt wird.

[0040] Im Betrieb wird die den einzelnen Tragarmen 5 zugeführte Unterwindmenge vorzugsweise individuell unter Berücksichtigung der auf ihnen örtlich befindlichen Brenngutmenge eingestellt. Diese Einstellung erfolgt mit Hilfe der Ventilschieber 22 derart, daß die im unteren Bereich des Gleitdichtrings 16 angeordneten Ventilschieber 22 weiter geöffnet werden, als die im oberen Bereich desselben angeordneten Ventilschieber. Letztere können auch ganz geschlossen sein, doch ist es günstig, wenn sie teilgeöffnet sind, um zu verhindern, daß in die Öffnungen 25 der frei liegenden Tragarme 5 hindurch im oberen Bereich des Brenncegels k Partikel eingeblasen werden.

[0041] Die angegebenen Abmessungen und räumlichen Anordnungen geben den optimalen Zustand der erfindungs-

gemäßen Vorrichtung wieder. Bei Abweichungen davon hört der von der Erfindung erreichte Effekt jedoch nicht etwa schlagartig auf, sondern wird kontinuierlich schlechter:

a) Verkleinert man den Neigungswinkel des Brennkegels K werden der Speicherinhalt des Brennkegels und damit die Verweilzeit des Brennguts und die Verbrennungsleistung kleiner. Vergrößert man den Winkel, werden die Brenngutumwälzung und der hierdurch hervorgerufene Ascheabtrenneffekt schlechter, wodurch Leistung und Ausbrand verschlechtert werden.

b) Vorgenanntes gilt auch für eine Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Öffnungswinkels des Brennkegels K.

c) Wählt man anstelle der Kegelstumpfform eine kegelähnliche Form, funktioniert der Ascheabtrenneffekt nur noch minimal, und die Leistung wird kleiner.

d) Verkleinert man den Querschnitt der Tragarme, benötigt man einen höheren Gebläsedruck für den Unterwind und erhält man eine schlechte Luftverteilung längs der Tragarme. Vergrößert man den Querschnitt der Tragarme, wird der Abstand zwischen den Beinen so klein, daß nach dem Öffnen der Tellerklappe grobstückige Rückstände zwischen den Beinen hängenbleiben.

e) Neigt man die Achse der Nachbrennkammer gegen die Achse des Brennkegels, wird die Strömung in der Nachbrennkammer unsymmetrisch, und das Abgas, das die Nachbrennkammer verläßt, wird strähnig.

f) Ähnliche Nachteile ergeben sich bei Veränderung der Abmessungen der Nachbrennkammer.

[0042] Die Drehrichtung des Brennkegels ist gleichgültig, jedoch muß der Einwurfschacht so ausgerichtet sein, daß das eingeworfene Brenngut im wesentlichen auf die freie Rost fläche am Fuß der sich durch die Drehung des Brennkegels ergebenden schrägen Brenngutböschung fällt. Der Zündbrenner sollte möglichst auf die Brenngutböschung gerichtet sein.

[0043] Eine Spaltbreite von etwa 4 - 5 mm zwischen den Roststäben ist in den meisten Fällen günstig; für Ausnahmefälle, wie etwa für die Verbrennung von Petrolkoks usw. können unter Anwendung des heutigen Wissenstandes Anpassungen erforderlich sein.

[0044] Für andere Brennstoffe als die angegebenen Holz- oder Holzabfallstücke ist die Feuerungsleistung proportional der Brenngeschwindigkeit des Brennstoffs.

Patentansprüche

- Vorrichtung zum Verbrennen von stückigem Brenngut, insbesondere Holz oder Holzabfall, bestehend aus einem in einem Gestell gelagerten hohlkegelstumpfförmigen, um eine schrägstehende Achse drehangetriebenen, mit Unterluft versorgten Verbrennungsrost und einer oberhalb der Mündung des Verbrennungsrostes angeordneten, mit Oberluft versorgten Nachbrennkammer, **dadurch gekennzeichnet**, daß bezogen auf eine Feuerungsleistung von 4 MW der Vorrichtung diese wie folgt gestaltet und dimensioniert ist:

A) der Verbrennungsrost (K) besteht aus

a) einem kegelstumpfförmigen Abschnitt (1) mit den Abmessungen:

kleiner Innendurchmesser am unteren Ende	$d = 380 \text{ mm}$
großer Innendurchmesser am oberen Ende	$D = 1.500 \text{ mm}$
Kegelöffnungswinkel	$\beta = 100^\circ$
Neigung der Kegelachse O gegen die Horizontale	$\alpha = 35^\circ$

b) einem mit dem oberen Ende des kegelstumpfförmigen Abschnitts (1) koaxial verbundenen zylindrischen Abschnitt (2) mit den Abmessungen

Innendurchmesser	$D = 1.500 \text{ mm}$
------------------	------------------------

(fortgesetzt)

Länge	L = 320 mm
-------	------------

5 an dessen dem kegelstumpfförmigen Abschnitt (1) abgewandten Ende ein sich auf einen freien Öffnungs-
durchmesser $D_1 = 1.180$ mm verengender, kegelstumpfförmiger Aufsatz (3) befestigt ist, der eine axiale
Länge $L_1 = 150$ mm aufweist,

10 wobei der Verbrennungsrost (K) sich radial/axial erstreckende Tragarme (5) aufweist, die hohl ausgebildet
sind und jeweils mehrere in den Kegel- bzw. Zylinderinnenraum des Verbrennungsrostes gerichtete innere
Luftaustrittsöffnungen (25) aufweisen und an eine Unterwindquelle angeschlossen sind, und

15 B) der Nachbrenner (N) hat eine kegelstumpfförmige Nachbrennkammer (31), deren größerer Durchmesser
(D_2) dem Verbrennungsrost (K) zugewandt ist und die folgende Abmessungen hat:

Eintrittsdurchmesser am unteren Ende	$D_2 = 1.300$ mm
Austrittsdurchmesser am oberen Ende	$D_3 = 850$ mm
axiale Länge	$L_2 = 1.270$ mm

20 und an deren austrittsseitigen Ende eine an eine Oberwindquelle angeschlossene Einrichtung (W) angebracht
ist für das Einleiten einer Oberwindströmung tangential zur Innenwand der Nachbrennkammer (31).

25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die inneren Öffnungen (25) der Tragarme (5) jeweils
seitlich einer gedachten, den Tragarm (5) mittig schneidenden Axialebene (E) angeordnet sind und bezüglich
dieser Axialebene (E) schräg gerichtet sind.

30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragarme (5) wenigstens in dem Bereich,
wo der kegelstumpfförmige und der zylindrische Abschnitt (1,2) des Verbrennungsrostes (K) miteinander verbun-
den sind, jeweils eine nach außen gerichtete (äußere) Öffnung (26) aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Tragarmen (5) warm-
feste Roststäbe (4) angeordnet sind, die miteinander Spalte von jeweils 4 bis 5 mm Breite ausbilden.

35 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der kegelstumpfförmige
Abschnitt (1) des Verbrennungsrostes (K) an seinem Ende kleineren Durchmessers (d) von einer Tellerklappe (14)
abgeschlossen ist, die aus einer den Verbrennungsrost (K) nach unten abschließenden Schließstellung in eine
Öffnungsstellung verstellbar ist.

40 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsrost (K)
im Bereich des kleineren Durchmessers (d) des kegelstumpfförmigen Abschnitts (1) von achsparallelen Beinen
(7) gehalten ist, die mit einer sich radial erstreckenden Tragplatte (8) starr verbunden sind, die außerhalb eines
den Verbrennungsrost umschließenden Gehäuses (G) drehbar gelagert ist.

45 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragplatte (8) einen Luftkasten an einem dem
Verbrennungsrost (K) zugewandten Ende abschließt, der durch Trennwände in mehrere Luftkammern (10) unter-
teilt ist.

50 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkasten an seinem anderen Ende von einem
runden Laufring (11) abgeschlossen ist, der an seinem Umfang von zwei Tragrollenanordnungen (12) abgestützt
ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Laufring (11) eine der Anzahl der Luftkammern
(10) entsprechende Anzahl achsparalleler Bohrungen (21) aufweist, die jeweils in die Luftkammern (10) münden.

55 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Luftkammern (10),
der Beine (7) und der Tragarme (5) einander gleich sind, die Beine (7) hohl ausgebildet und mit den Tragarmen
(5) jeweils durchgehende Strömungskanäle ausbilden und die Innenräume der Beine (7) durch Durchbrüche (9)

in der Tragplatte (8) hindurch jeweils mit den Luftkammern (10) verbunden sind.

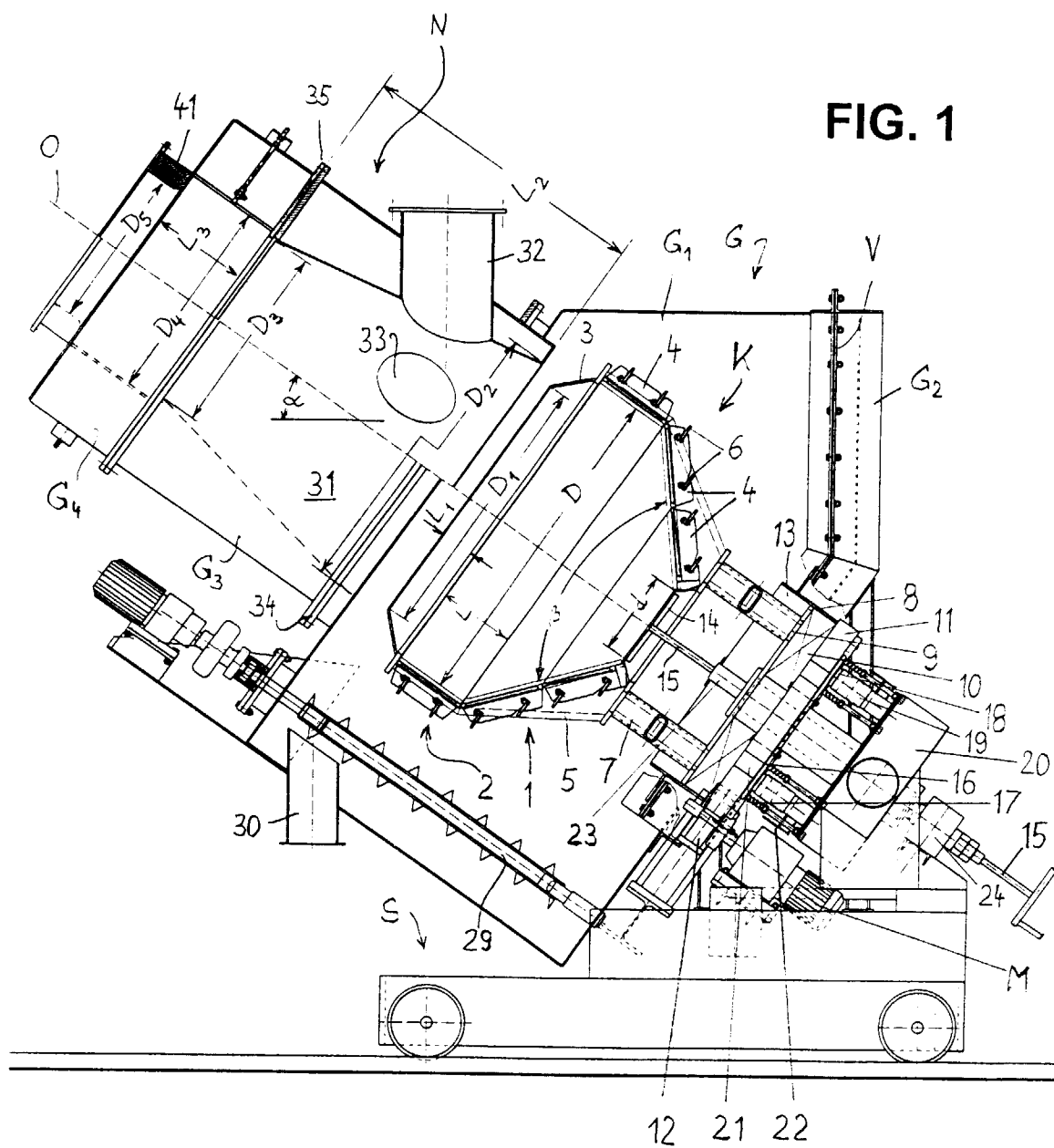
- 5 11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an der dem Luftkasten abgewandten Seite des Laufrings (11) ein Gleitdichtungsring (16) anliegt, der eine der Anzahl der Luftkammern (10) entsprechende Anzahl von Bohrungen aufweist, die auf einem Radius liegen, der ebenso groß ist wie der Radius, auf dem die achsparallelen Bohrungen (21) des Laufrings (11) angeordnet sind, daß die Bohrungen des Gleitdichtungsring (16) jeweils von Schlauchanschlußstutzen (18) umgeben sind und der Gleitdichtungsring (16) von Federeinrichtungen (17) an dem Laufring (11) in Anlage gehalten ist.
- 10 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlauchanschlußstutzen (18) jeweils mittels eines Schlauchs (19) und eines Stellschiebers (22) mit einem gemeinsamen Unterwindzuleitkasten (20) verbunden sind.
- 15 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß an der Tragplatte (8) zentrisch eine Welle (23) befestigt ist, die sich von der dem Verbrennungsrost (K) abgewandten Seite der Tragplatte (8) von dieser weg erstreckt und im Bereich ihres der Tragplatte (8) fernen Endes von einem Rollenlager (24) in dem Gestell abgestützt ist.
- 20 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Rollenlager (24) mittels einer Kraftmeßdose in dem Gestell (S) abgestützt ist.
- 25 15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragarme (5) durch mehrere außerhalb des von dem Verbrennungsrost (K) umschlossenen Brennraums angeordnete, in Umfangsrichtung verlaufende Flachstahlringe (6) miteinander verbunden sind, von denen jeweils benachbarte eine Serie von gleichen Roststäben (4) von T-förmigem Querschnitt tragen.
- 30 16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachbrennkammer (31) koaxial zu dem Verbrennungsrost (K) angeordnet.
- 35 17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich an das obere Ende der Nachbrennkammer (31) als Oberwindzuführeinrichtung (W) ein ringförmiger Luftsammelraum anschließt, der mit einer tangential in ihn mündenden Oberwindzuführleitung (36) versehen ist und die obere Öffnung der Nachbrennkammer (31) umschließt und innen durch zwei diametral angeordnete, im wesentlichen halbkreisförmige Leitbleche (37) begrenzt ist, die jeweils durch eine sich tangential dazu und in den Luftsammelraum hinein erstreckende Zunge (38) verlängert sind, die mit dem benachbarten anderen Leitblech (37) einen Spalt (39) zur Einleitung von Oberwind tangential zur Innenwand der Nachbrennkammer (31) ausbildet, daß eine Vorrichtung (39) zum radialen Verstellen der Zungen (38) zur Veränderung der Breite (d_2) der Spalte (40) an ihrer engsten Stelle innerhalb eines Bereiches von 5 bis 30 mm vorgesehen ist, daß austrittsseitig an der Oberwindzuführeinrichtung (W) ein Kragen (41) angebracht ist, der eine zur Nachbrennkammer (31) konzentrische Öffnung umschließt, und daß bezogen auf die angegebene Feuerungsleistung die Leitbleche (37) eine axiale Länge L_3 von 410 mm aufweist, der mittlere Durchmesser D_4 der von den Leitblechen (37) umschlossenen Öffnung der Oberwindzuführeinrichtung (W) 850 mm beträgt und der Kragen (41) einen Öffnungsdurchmesser D_5 von 700 mm aufweist.
- 40 18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der konischen Wand der Nachbrennkammer (31) oberhalb des Verbrennungsrostes (K) eine erste Öffnung mit einem Schacht (32) zur Zuführung von Brenngut auf dem Verbrennungsrost (K) ausgebildet ist.
- 45 19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der konischen Wand der Nachbrennkammer (31) oberhalb des Verbrennungsrostes (K) eine zweite Öffnung (33) ausgebildet ist, oberhalb der ein Zündbrenner angeordnet ist, mit dem ein Flammstrahl auf den Verbrennungsrost (K) richt-bar ist.
- 50 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sich in dem den Verbrennungsrost (K) umschließenden Gehäuse (G) unterhalb des Verbrennungsrostes (K) ein Aschesammelraum befindet, in dem eine Förderschneckenanordnung (29) zum Abfordern der Asche in einen Ascheaustrag angeordnet ist.
- 55 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (G) an den Nachbrenner (N) dicht anschließt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachbrenner (N) ein Gehäuse (G₃) aufweist, der mit dem Gehäuse (G) des Verbrennungsrostes (K) verbunden ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das den Verbrennungsrost (K) umgebende Gehäuse (G) aus zwei lösbar miteinander verbundenen Teilen (G₁, G₂) besteht, von denen ein erster Teil (G₁) stationär ist und ein zweiter, eine Gehäuserückwand aufweisender Teil (G₂) mit dem den Verbrennungsrost (K) tragenden Gestell (S) verbunden ist, und das Gestell von einem Wagen (S) gebildet ist, mit dessen Hilfe nach Lösen der Gehäuseteile (G₁, G₂) voneinander der Verbrennungsrost (K) aus dem ersten Gehäuseteil (G₁) herausbewegbar ist.

24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf Feuerungsleistungen, die von 4 MW um einen gegebenen Faktor abweichen, die Abmessungen des Verbrennungsrostes mit Ausnahme des Öffnungswinkels β proportional der 1/2,5-ten Potenz des gegebenen Faktors und die Abmessungen der Nachbrennkammer proportional der 1/2,5-ten Potenz des gegebenen Faktors gegenüber den angegebenen Abmessungen geändert sind, wobei der Eintrittsdurchmesser (D₂) der Nachbrennkammer (31) an den Mündungsdurchmesser (d₁) des Aufsatzes (3) angepaßt ist.

FIG. 1



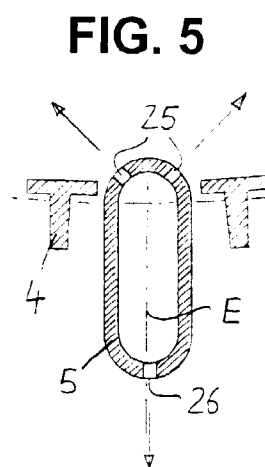
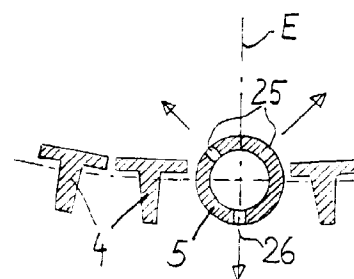
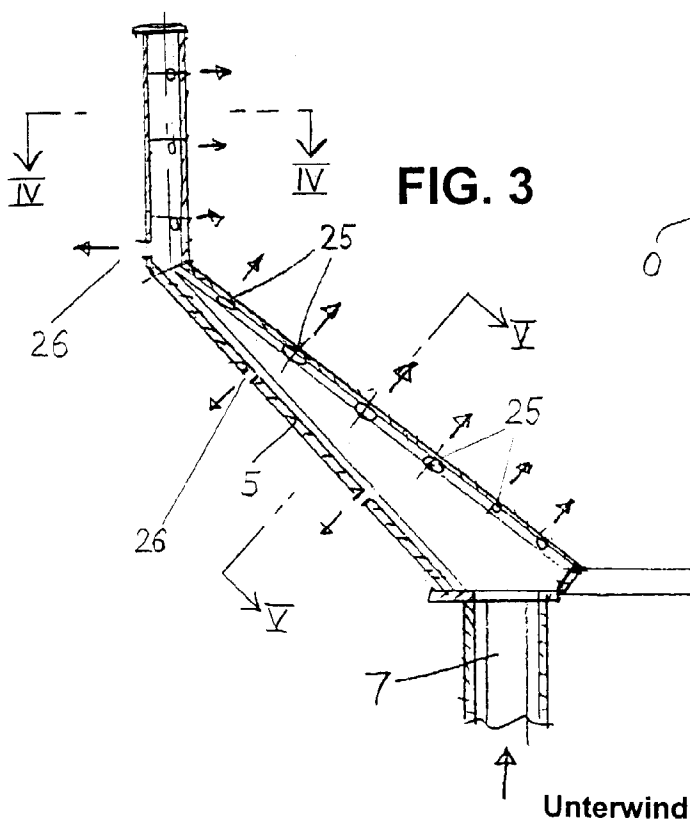
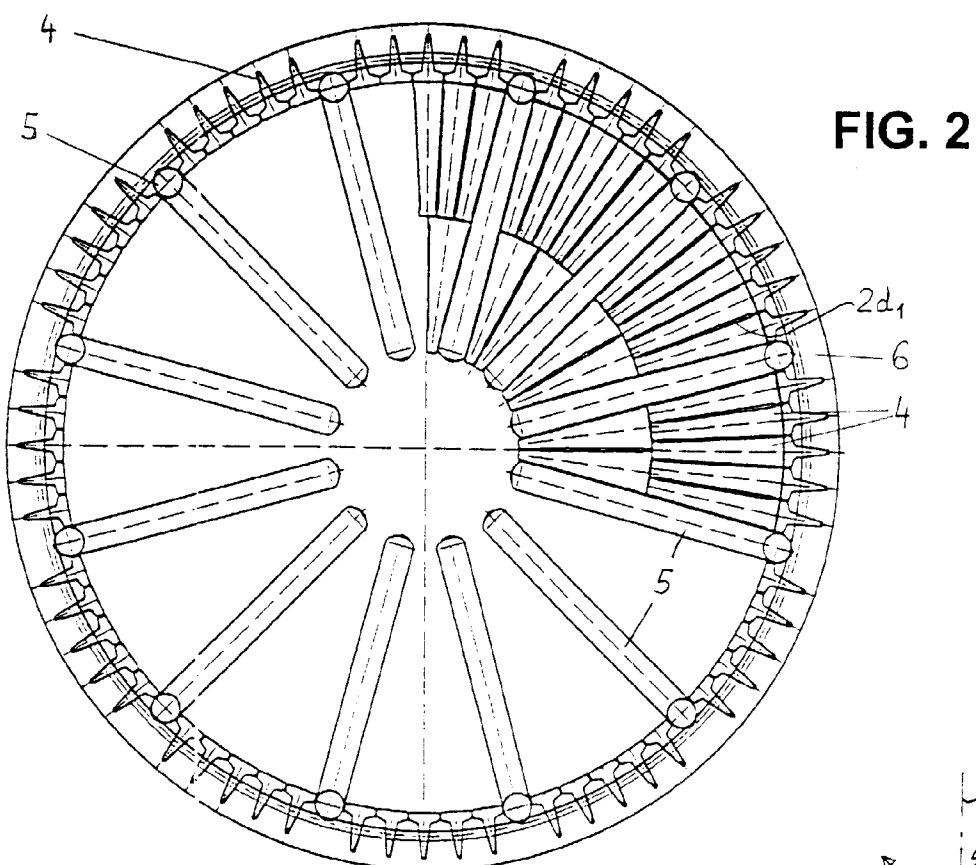


FIG. 6

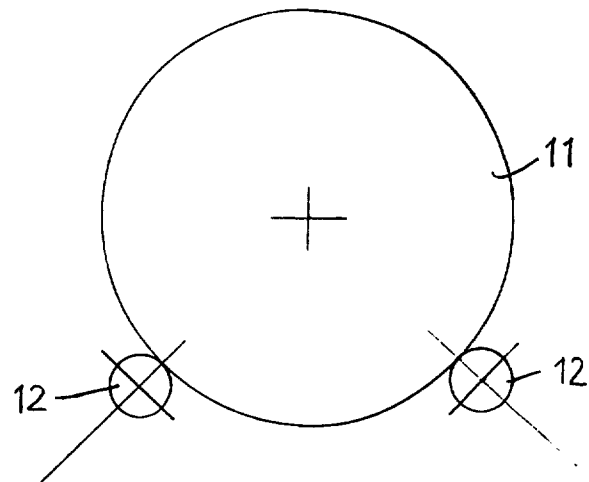


FIG. 7a

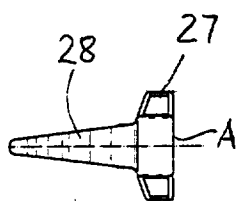
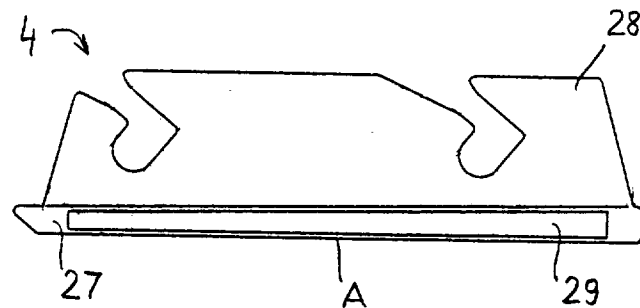


FIG. 7c

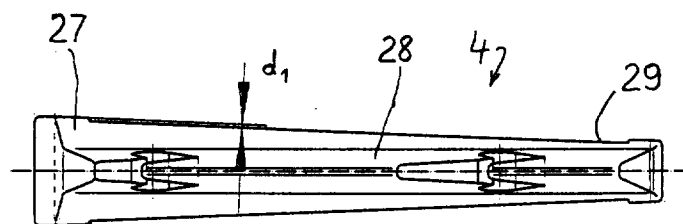


FIG. 7b

