

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 952 391 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.10.2003 Patentblatt 2003/42**

(51) Int Cl. 7: **F23B 5/00, F23B 1/32,**  
**F23B 1/18, F23B 5/02,**  
**B07B 13/04**

(21) Anmeldenummer: **99107651.4**

(22) Anmeldetag: **16.04.1999**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur vollständigen Verbrennung stückiger, aschehaltiger Brennstoffe**

Process and device for complete combustion of lump ash-containing fuels

Procédé et dispositif de combustion complète des combustibles en morceaux contenant des cendres

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

(30) Priorität: **17.04.1998 DE 19817119**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.10.1999 Patentblatt 1999/43**

(73) Patentinhaber: **Dr. Schoppe Technologie GmbH  
D-82538 Geretsried (DE)**

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

(74) Vertreter: **Körner, Ekkehard, Dipl.-Ing.  
Patentanwalt  
Bavariaring 20  
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 086 488 EP-A- 0 908 674  
DE-A- 19 528 765 FR-A- 2 446 312  
US-A- 1 980 828 US-A- 4 657 561**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 008, no.  
140 (M-305), 29. Juni 1984 (1984-06-29) & JP 59  
038508 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 2. März  
1984 (1984-03-02)

EP 0 952 391 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum vollständigen Verbrennen von stückigen, aschehaltigen Brennstoffen, insbesondere von solchen unterschiedlicher Stückgrößen in einer Verbrennungseinrichtung, der die Brennstoffstücke an einem ersten Ende aufgegeben werden und in der sie beim Verbrennungsvorgang in Richtung auf ein zweites Ende fortbewegt werden, sowie auf eine Vorrichtung, mit der ein solches Verfahren ausführbar ist.

**[0002]** Stand der Technik sind Feuerungsroste unterschiedlicher Konstruktionen, z.B. mechanische Roste, wie Unterschub- und Rückschubroste, Stufenroste, Walzenroste, Wanderroste usw., oder pneumatische Roste, wie z.B. Wirbelroste -siehe zum Beispiel Dokument Patent Abstracts of Japan, vol. 008, no. 140 (M-305), 29 Juni 1984 . Auf ihnen wird der Brennstoff während der Verbrennung samt der dabei entstehenden Asche mechanisch bzw. pneumatisch zwangsweise mehr oder weniger kontinuierlich vom Brennstoffeintragende des Rosts bis zum Rostaustragende, wo Rückstände abgegeben werden, ohne Rücksicht auf den Fortschritt der Verbrennung fortbewegt. Lediglich mit dem zugeführten Unterwind oder mit zonenweiser Verstellung des Rostvorschubs ist eine begrenzte Anpassung des Verbrennungsvorgangs an den Brennstoff möglich.

**[0003]** Trotzdem läßt es sich nicht vermeiden, daß am Rostaustragende nur teilweise verbrannte, große Stücke anfallen. Eine Verlängerung des Rosts führt nicht mit Sicherheit zum angestrebten Ziel des vollständigen Abbrandes der großen Stücke, wenn diese den Verbrennungsraum verlassen, denn die großen Stücke liegen mit zunehmender Annäherung an das Austragende mehr und mehr in der Asche der ausgebrannten kleineren Brennstoffstücke, die durch den Unterwind kaltgeblasen wird und damit die Verbrennung der darin liegenden einzelnen großen Stücke zum Erlöschen bringt.

**[0004]** Im Hinblick darauf, daß die heutigen Umweltschutzvorschriften es nicht zulassen, Asche zu depolieren, die mehr als 5% organische Substanz, also Unverbranntes, enthält, ist ein Verbrennungsvorgang der vorgenannten Art, der in der Asche beachtliche Mengen Unverbranntes liefert, nicht hinnehmbar. Diese strengen Vorschriften erfordern z.B. bei der Verbrennung von Abfallholz mit 3% Ascheanteil einen Ausbrand von 99,85%, was mit der heutigen Rostfeuerungstechnik nur in Ausnahmefällen erreicht werden kann.

**[0005]** Zwar kann man durch zusätzlichen Aufwand, wie z.B. Nachbrenntrommeln, den Ausbrand etwas verbessern. Da aber große Stücke schneller durch solche Trommeln rollen als kleine Stücke, ist die Wirkung begrenzt.

**[0006]** Die US-1 980 928 zeigt eine Vorrichtung zum Verschwelen von Kohle und anderem kohlenstoffhaltigem Material, bestehend aus einem leicht geneigten Drehrohr, in das der zu verschwelende Brennstoff am

höher gelegenen Ende aufgegeben wird und durch das er unter Schwerkraft und Drehbewegung des Rohres hindurchwandert, wobei er zunehmend verschwelt wird. In dem Drehrohr befindliche, frei bewegliche Stahlkugeln dienen der Zertrümmerung der Brennstoffstücke. Diese Stahlkugeln können ihre Aufgabe an unverbrannten Stücken aber nicht mit Sicherheit erfüllen, da diese häufig zäh sind, was besonders für Holz gilt.

**[0007]** Die ER-24 46 312 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Wiedergewinnung von Ruß, brennfähigen Mineralölen, Brenngas und Stahl aus gebrauchten Fahrzeugreifen durch Pyrolyse. Die Reifen werden in kleine Stücke geschnitten, dann wird die Stahlarmierung mechanisch von den Gummiteilen getrennt, die anschließend der Pyrolyse zugeführt werden. In dieser werden die Gummiteile in eine kohlenstoffhaltige feste Phase und eine kohlenwasserstoffhaltige Dampfphase getrennt. Die mit einer Verbrennung zu Asche einhergehenden Probleme sind diesem Verfahren fremd.

**[0008]** Aus der US-4 657 561 ist ein Verfahren zum Wiedergewinnen von Brennstoff aus Kohlenasche bekannt, die unverbrannten Kohlenstoff in Partikelform enthält und aus den Abgasen eines Kohlenstaubabstoffers, eines Wirbelbettöfens oder eines Kokereikessels abgetrennt wurde. Dazu wird die Asche mit Wasser, einem Bindemittel und einem Oberflächenaktivierer versetzt und zu groben Partikeln hohen Kohlenstoffgehaltes agglomeriert. Feine Partikel mit hohem Ascheanteil werden von den groben Partikeln getrennt, so daß die groben Partikel nun dehydriert werden können. Die groben Partikel können dann dem die Flugasche liefernden Verbrennungsprozeß wieder zugeführt werden. Mit der Steuerung des Verbrennungsprozesses befaßt sich diese Druckschrift nicht.

**[0009]** Aus der DE 195 28 765 A1 ist eine Austragsvorrichtung für eine Schweltrommel für Abfall bekannt, wo am Ausgang der Schweltrommel ein mitrotierendes Austragsrohr für die Durchleitung des Brennstoffs samt Gewölle und des Schwelgases vorgesehen ist. Dieses Gewölle entsteht durch Materialien, die in dem Brennstoff enthalten sind und beispielsweise Verpackungsbander aus Metall, Drähte, Federn, die z.B. aus Polsterelementen oder Matratzen stammen, Bowdenzüge und dgl. sein können. Wenn diese Materialien die Schweltrommel durchlaufen, bilden sich aus faserartigen Metallstreifen und Metallfäden, die in der Praxis Längen von 1 bis 5 Metern und Durchmesser bis 40 cm erreichen können und als Gewölle bezeichnet werden. Solche Gewölle behindern den Brennstofftransport durch die Schweltrommel. Um diesem Problem zu begegnen, schließt sich an das Austragsrohr eine Einrichtung zum Abtrennen des Gewölles vom übrigen Reststoff an. Diese Abtrenneinrichtung kann ein mitrotierendes Stangensieb sein. Mit der Steuerung des Verbrennungsvorganges in der Weise, daß die eingangs genannten Probleme nicht auftreten, befaßt sich diese Druckschrift nicht.

**[0010]** Die EP 0 086 488 A2 offenbart eine Austragsvorrichtung für einen Drehrohrofen zur Pyrolyse von Müll, umfassend ein Stangensieb, mit dem der feste Rückstand in zwei unterschiedlich feine Fraktionen unterteilt wird. Das Stangensieb ist ein am Austrittsende des Drehrohres angebrachter und mit diesem drehbarer Stangenkäfig. Dessen Stäbe sind derart gehalten, daß ihre jeweils von der Stirnfläche des Drehrohres wegweisenden Enden frei abstehen und von der Austrittsebene des Drehrohres bis zu den frei abstehenden Enden zwischen benachbarten Stäben durchgehende Schlitze festgelegt sind, die mit dem Austrittsende des Drehrohres beginnen. Der Abstand der Stäbe voneinander ist so gewählt, daß der entstehende Schwellkoks zwischen den Stäben durchfällt und grobe Feststoffe, wie Dosen, Metallteile und Steine zurückgehalten werden. Im übrigen weist dieser Drehrohrofen alle jene Eigenschaften auf, die eingangs diskutiert worden sind und insbesondere den Ausbrand größerer Brennstoffstücke behindern.

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und zu dessen Durchführung geeignete Vorrichtungen anzugeben, mit denen ein vollständiger Ausbrand des Brennstoffs erzielt werden kann.

**[0012]** Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens durch die im Anspruch 1 und bezüglich der Vorrichtungen durch die im Anspruch 6 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

**[0013]** Das der Erfindung zugrundeliegende Problem wird demnach nicht durch eine Verlängerung der Verbrennungszone, sondern durch Maßnahmen gelöst, die eine drastische Verkürzung derselben ermöglichen. Dabei wird nur der jeweilige Feinanteil des stückigen Brennstoffs beim ersten Durchlauf der Verbrennungszone vollständig ausgebrannt. Stücke mittlerer Größe verbrennen bei einem Durchgang teilweise, und große Stücke haben möglicherweise gerade erst gezündet.

**[0014]** Erfindungsgemäß werden am Austragende der Verbrennungszone die feine Asche und etwa noch brennender Feinanteil von größeren, noch unverbrannten Stücken getrennt. Diese größeren Stücke werden in heißem oder brennendem Zustand zum Brennstoffeintrag am Eintrittsende der Verbrennungszone rückgeführt und mit dem frisch zugeführten Brennstoff dem Verbrennungsvorgang wieder zugeführt. Durch die Rückführung heißen oder brennenden Brennstoffs wird die Zündung des frisch zugeführten Brennstoffs gestartet und beschleunigt, ohne daß es hier eines Zündgewölbes usw. bedarf.

**[0015]** Auf diese Weise werden die mittleren und großen Stücke so oft durch die Verbrennungszone geführt, bis sie ebenfalls zu feiner Asche ausgebrannt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren kann somit auch sehr große Stücke ohne Verweilzeitprobleme vollständig ausbrennen.

**[0016]** Es ist zwar möglich, daß mit der feinen Asche

zugleich auch feinste, noch brennende Partikel abgeschieden werden. Diese fallen dann mit der Asche aus, z.B. in einen Aschetrichter. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß eine leichte Belüftung der Austrageeinrichtung, beispielsweise eines Aschetrichters, ausreicht, diese kleinen, glühenden oder brennenden Partikel vollständig auszubrennen, wobei offenbar die stets vorhandene mechanische Bewegung der Asche mitwirkt. Jedenfalls konnte festgestellt werden, daß die Asche nach dem Austrag vollständig ausgebrannt ist.

**[0017]** Ebenso hat es sich bewährt, das Gemisch aus abgeschiedener Asche und noch glühender Feinpartikel zusammen mit Luft von einem Radialgebläse ansaugen zu lassen und über eine Rohrleitung zu einem Aschesilo zu fördern. Die Erprobung ergab, daß dann der noch in der Asche vorhandene Anteil an Unverbranntem unter 1% und damit an der Nachweisgrenze lag.

**[0018]** Neben dem von der Erfindung angestrebten Ziel eines vollständigen Ausbrandes stückigen Brennstoffes kann mit der Erfindung auch eine beträchtliche Einsparung an Bauaufwand insbesondere für die Verbrennungseinrichtung, beispielsweise den Rost, erreicht werden. Während Brennroste nach dem Stand der Technik z.B. bei der Verfeuerung von Abfallholz höchstens mit 0,8 bis 1,0 MW/m<sup>2</sup> belastet werden dürfen, wenn der Ausbrand nicht allzu schlecht werden soll, werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Leistungen von 3 bis 6 MW/m<sup>2</sup> bei einwandfreiem Ausbrand erzielt. Die obere Grenze gilt für geschreddertes Holz, die untere Grenze bei Vorhandensein großer Stücke von bis zu 300 mm Kantenlänge.

**[0019]** Die Erfindung soll nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschema einer Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens mit einem Stufenrost;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf die Vorrichtung von Fig. 2, und

Fig. 4 eine als Hohlkegel ausgebildete Trenneinrichtung zur Verwendung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und einer Vorrichtung zur Ausführung desselben.

**[0020]** In Fig. 1 ist mit 1 ein Brennguteintrag an einer Verbrennungseinrichtung in Form eines Rostes dargestellt, der mit 2 symbolisiert ist. Dieser Rost hat einen Austrag 3 für den Rostdurchfall, insbesondere Asche. An das austrittsseitige Ende des Rostes 2 ist eine Trenneinrichtung 4 angeschlossen, die einen Ascheaustrag 5 und einen Rückführausgang 6 aufweist, der zu einer

Rückföhreinrichtung 7 führt, die am eintrittsseitigen Ende des Rostes 2 mündet. In den Austrag 5 für die Asche mündet eine Luftzuführleitung 8.

**[0021]** Die Querschnittszeichnung von Fig. 2 und die Draufsicht von Fig. 3 zeigen eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit denselben Bezugszeichen für die anhand Fig. 1 beschriebenen Baugruppen, so daß auf eine detaillierte Erläuterung verzichtet werden kann. Es sei nur betont, daß gemäß der Ausführungsform nach den Fig. 2 und 3 der Rost 2 als Stufenrost ausgebildet ist. Auch kann statt des Rostes auch ein Drehrohr eingesetzt werden, da dieses im vorliegenden Falle gleichwirkend arbeitet. Als Rückföhreinrichtung 7 ist im dargestellten Beispiel eine Förderschnecke vorgesehen, doch sei angemerkt, daß auch ein Kettenförderer oder eine andere geeignete Fördereinrichtung eingesetzt werden kann.

**[0022]** Im in den Fig. 2 und 3 dargestellten Beispiel ist die Trenneinrichtung 4 ein Sieb in warmfester Ausführung, das die nicht abgebrannten größeren Brennstoffstücke einer vorgegebenen Mindestgröße auffängt und über einen Überlauf 6 der Förderschnecke 7 zuführt. Letztere ist warmfest und thermisch isoliert ausgeführt, um die glühenden oder brennenden Brennstoffstücke unter möglichst geringem Wärmeverlust dem Eintrittsende des Rostes 2 zuzuführen.

**[0023]** Statt eines ebenen Siebes 4 kann als Trenneinrichtung auch eine bekannte Siebtrommel verwendet werden.

**[0024]** Bei geringeren Ansprüchen an die Trennschärfe der Trenneinrichtung 4 oder wenn ein Zusetzen derselben, wenn als Sieb ausgeführt, durch heiße, klebrige Rückstände zu befürchten ist, kann als Trenneinrichtung 4 in vorteilhafter Weise ein Trennkegel verwendet werden, wie er in Fig. 4 dargestellt ist. Ein solcher Trennkegel ist ein kegelförmiger Hohlkörper (Hohlkegel) 9, der an der Kegelbasis einen nach innen gerichteten Rand 10 aufweist und um eine schrägstehende Achse 11 rotiert, die so gerichtet ist, daß die Kegelspitze nach unten weist. Dabei ist der Kegel 9 so angeordnet, daß seine untere Mantellinie von der Kegelspitze ausgehend unter einem kleinen Winkel  $\alpha$  gegen die Horizontale in Richtung auf die Kegelbasis abfällt.

**[0025]** Der Kegelwinkel  $\beta$  ist so gewählt, daß die obere Mantellinie von der Kegelspitze zur Kegelbasis schräg oder vertikal nach oben verläuft. Die in der Zeichnung dargestellte Form entspricht in etwa einer brauchbaren Ausführung.

**[0026]** Dieser Hohlkegel 9 wirkt wie folgt:

**[0027]** Führt man das von dem Verbrennungsrost 2 kommende Gemisch aus großen brennenden Teilen, feinen glühenden oder brennenden Partikeln und feiner Asche dem Hohlkegel 9 zu, zerlegt es sich aufgrund des Trenneffektes, der durch die Rotation des Hohlkegels 9 hervorgerufen wird, wie folgt: die feinen Teile wandern zum kleinen Durchmesser (Kegelspitze) und fallen dort aus dem Ascheaustrag 5 heraus, die großen Teile fallen über den nach innen gerichteten Rand 10 bei 6 aus dem

Hohlkegel 9 und gelangen zur Rückföhreinrichtung 7.

**[0028]** Da bei diesem Vorgang immer ein Volumen an brennendem Gemisch aus großen und kleinen Teilen vorhanden ist, das von dem Hohlkegel 9 ständig umgewälzt wird und dessen Niveau etwas über der Oberkante des nach innen gerichteten Randes 10 liegt, findet auch im Hohlkegel 9, der hier mit Trennkegel bezeichnet werden soll, eine Verbrennung statt.

**[0029]** Da auch die in den Fig. 2 und 3 als Förderschnecke dargestellte Rückföhreinrichtung 7 für die unverbrannten, größeren Brennstoffstücke bei der Förderung zugleich eine Umwälzbewegung ausführt, kann der Rückföhreinrichtung 7 weitere Luft zugeführt werden, um den Ausbrand zu fördern.

**[0030]** Die in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Einrichtungen sind nur Beispiele zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Je nach Umständen und Ansprüchen können auch andere Einrichtungen und Gerätekombinationen verwendet werden, beispielsweise ein Drehrohr als Verbrennungseinrichtung mit einem ange setzten drehsymmetrischen Siebkorb als Trenneinrichtung. Ein Drehrohr verlangt allerdings eine größere Länge als ein Rost, weil große Teile schneller durch ein Drehrohr laufen, als über einen Rost, für die großen Teile aber eine gewisse Mindestverweilzeit im eigentlichen Verbrennungsprozeß erforderlich ist. Auch kann der Verbrennungsanteil im Trennkegel zu Lasten des Verbrennungsanteils auf dem Rost bzw. im Drehrohr erhöht werden, usw.. Wesentlich ist nur, daß jedes Brennstoffstück das erfindungsgemäße Verfahren durchläuft, wonach es so oft durch die Verbrennungszone geführt wird, wie nötig ist, um es vollständig zu Asche zu verbrennen, wobei nach jedem Durchlauf die entstandene Asche abgetrennt wird.

35

## Patentansprüche

1. Verfahren zum vollständigen Verbrennen von stückigen, aschehaltigen Brennstoffen, insbesondere von solchen unterschiedlicher Stückgrößen, in einer Verbrennungszone, der die Brennstoffstücke an einem ersten Ende aufgegeben werden und in der sie beim Verbrennungsvorgang in Richtung auf ein zweites Ende fortbewegt werden, wobei der Feinanteil des Brennstoffs bei einem Durchgang durch die Verbrennungszone im wesentlichen vollständig verbrannt wird, die größeren Stücke des Brennstoffs am zweiten Ende der Verbrennungszone aber noch brennen oder gar erst gezündet haben, noch brennender oder glühender Feinanteil falls vorhanden zusammen mit angefallener Asche am zweiten Ende abgetrennt und einem Ausgang zugeführt und dort ausgebrannt wird und die größeren Brennstoffstücke an das erste Ende der Verbrennungszone zurückgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

- zeichnet, daß** der Feinanteil im Austrag mit zusätzlicher Luft in Berührung gebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Feinanteil im Austrag mechanisch bewegt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Feinanteil mittels mechanischer Trenneinrichtungen von den größeren Brennstoffstücken abgetrennt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brennstoffstücke während der Rückführung zum ersten Ende der Verbrennungszone mit gesondert zugeföhrter Luft in Berührung gebracht werden.
6. Vorrichtung zum vollständigen Verbrennen von stückigen, aschehaltigen Brennstoffen unterschiedlicher Stückgrößen, enthaltend eine Brenneinrichtung (2) mit einem Träger zum Ablegen des Brennstoffs darauf, Einrichtungen zum Zuführen von Verbrennungsluft, eine Einrichtung zum Zuführen der Brennstoffstücke an einem ersten Ende der Brenneinrichtung (2) und einer Einrichtung zum Bewegen der Brennstoffstücke durch die Brenneinrichtung (2) in Richtung auf ein zweites Ende derselben, weiterhin enthaltend eine Trenneinrichtung (4) am zweiten Ende der Brenneinrichtung (2), die noch brennende oder gar erst gezündete gröbere Brennstoffstücke von vorhandenem Feinanteil des Brennstoffs abtrennt, eine Rückführeinrichtung (7), die die von der Trenneinrichtung (4) abgegebenen größeren Brennstoffstücke zum ersten Ende der Brenneinrichtung (2) zurückführt, und eine Nachverbrennungseinrichtung (5), die den Feinanteil von der Trenneinrichtung (4) zum vollständigen Ausbrennen desselben entgegennimmt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trenneinrichtung (4) ein Sieb ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brenneinrichtung ein Rost (9) ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brenneinrichtung ein Drehrohr ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trenneinrichtung ein rotierender Kegel (9) ist, dessen Drehachse (11) von der Kegelspitze her gesehen schräg aufwärts zeigt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die unterste Mantellinie des Kegels (9) von der Kegelspitze ausgehend leicht abwärts geneigt verläuft.
- 5 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kegel (9) einen Öffnungswinkel ( $\beta$ ) von etwa  $90^\circ$  hat.
- 10 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rand (10) des Kegels (9) an dessen Basis nach innen gebogen ist.
- 15 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführeinrichtung eine Förderschnecke (7) ist.
- 15 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführeinrichtung ein Kettenförderer ist.
- 20 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführeinrichtung mit Luftzuführungseinrichtungen versehen ist.
- 25
- Claims**
1. A method for the complete combustion of particulate, ash-containing fuels, in particular those comprising pieces of different sizes, in a combustion zone which is charged with the fuel pieces at a first end and in which the fuel pieces are moved during the combustion process in the direction towards a second end, wherein in one pass through the combustion zone the fine portion of the fuel is fully burnt-out, whereas the coarser pieces of the fuel are still burning or have even just ignited at the second end, eventually still burning or glowing fine portions together with the ash are separated at the second end and are supplied to an outlet and are burnt out there and the coarser fuel pieces are returned to the first end of the combustion zone.
- 30
2. The method as claimed in claim 1, **characterised in that** the fine portion is additionally contacted with air in the outlet.
- 35
3. The method as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the fine portion is mechanically moved in the outlet.
- 40
4. The method as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the fine portion is separated from the coarser fuel pieces by means of mechanic separation means.
- 45
5. The method as claimed in one of claims 1 to 4, **characterised in that** the fuel pieces are contacted with
- 50
- 55

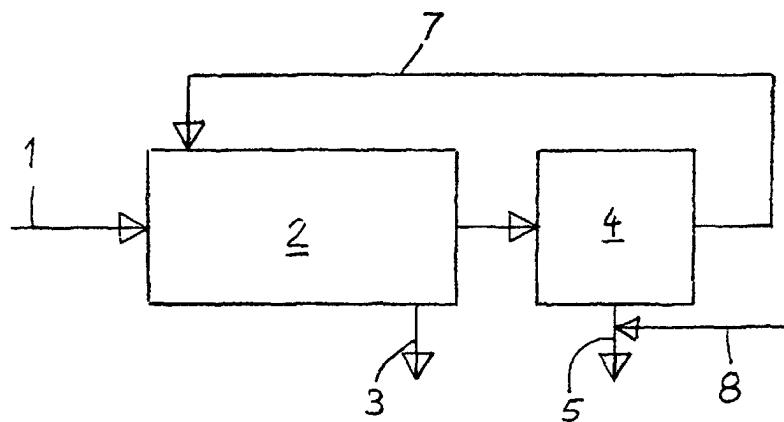
- separately supplied air during their return to the first end of the combustion zone.
6. An apparatus for the complete combustion of particulate, ash-containing fuels which have pieces of different sizes, including a combustion means (2) with a carrier for depositing the fuel thereon, means for supplying combustion air, means for supplying the fuel at a first end of the combustion means (2) and means for moving the fuel through the combustion means (2) in the direction towards a second end of the same, further comprising a separation means (4) at the second end of the combustion means (2), said separation means separating coarser fuel pieces which are still burning or which even have just been ignited from the present fine portion of the fuel, a recycling means (7), which returns the coarser fuel pieces discharged from the separation means to the first end of the combustion means (2), and an after-burning means (5), which receives the fine portion from the separation means (4) to completely burn-out the fine portion.
7. The apparatus of claim 6, **characterised in that** the separation means (4) is a screen.
8. The apparatus of claim 6 or 7, **characterised in that** the combustion means is a grate (9).
9. The apparatus of one of claims 6 and 7, **characterised in that** the combustion means is rotary tube.
10. The apparatus of one of claims 6 to 9, **characterised in that** the separation means is a rotating cone having an axis of rotation (11) which extends from the end of the small diameter obliquely upwards.
11. The apparatus of claim 10, **characterised in that** the lowermost surface line of the cone (9) extends slightly upwardly starting from the tip of the cone.
12. The apparatus of one of claims 10 and 11, **characterised in that** the cone (9) has an angle of aperture ( $\beta$ ) of approximately  $90^\circ$ .
13. The apparatus of one of claims 10 to 12, **characterised in that** the rim (10) of the cone (9) is bent inwardly at the base of the cone.
14. The apparatus of one of claims 6 to 13, **characterised in that** the recycling means is a conveyor worm (7).
15. The apparatus of one of claims 6 to 13, **characterised in that** the recycling means is a chain conveyor.
16. The apparatus of one of claims 6 to 15, **characterised in that** the recycling means is provided with air supply means.

5 **Revendications**

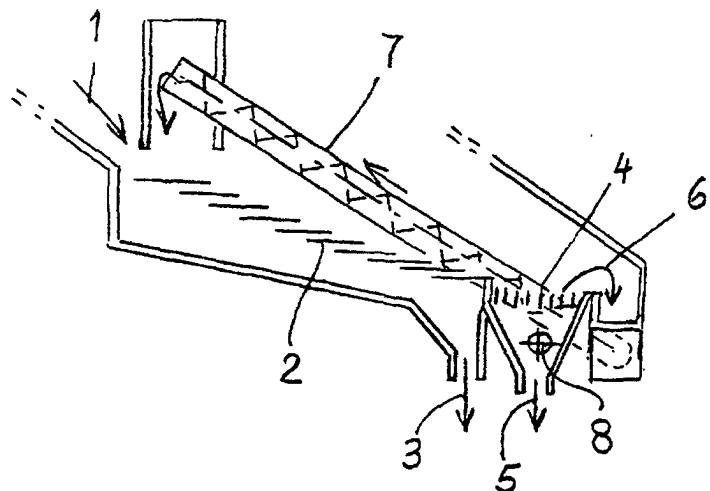
1. Procédé de combustion complète de combustibles en morceaux contenant des cendres, en particulier de tailles de morceaux différentes, dans une zone de combustion vers laquelle les morceaux de combustible sont déversés à une première extrémité et dans laquelle ils sont acheminés pendant l'opération de combustion en direction d'une seconde extrémité, dans lequel la fraction de fines du combustible est brûlée de manière substantiellement complète lors d'un passage à travers la zone de combustion, mais les morceaux plus gros du combustible brûlent encore ou sont seulement enflammés à la seconde extrémité, la fraction de fines encore en combustion ou incandescente éventuellement présente est séparée à la seconde extrémité avec les cendres produites et acheminée à une sortie et y est brûlée, et les morceaux plus gros de combustible sont recyclés vers la première extrémité de la zone de combustion.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la fraction de fines dans l'évacuation est amenée en contact avec de l'air supplémentaire.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la fraction de fines dans l'évacuation est déplacée mécaniquement.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fraction de fines est séparée des morceaux de combustible plus gros au moyen d'agencements de séparation mécaniques.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les morceaux de combustible pendant le retour vers la première extrémité de la zone de combustion sont mis en contact avec de l'air amené séparément.
6. Dispositif de combustion complète de combustibles en morceaux de tailles de morceaux différentes contenant des cendres, contenant un agencement de combustion (2) avec un support pour déposer le combustible dessus, des agencements pour acheminer de l'air de combustion, un agencement pour acheminer les morceaux de combustible à une première extrémité de l'agencement de combustion (2) et un agencement pour déplacer les morceaux de combustible à travers l'agencement de combustion (2) en direction d'une seconde extrémité de celui-ci, comprenant en outre un agencement de séparation (4) à une seconde extrémité de l'agencement

- de combustion (2), qui sépare les morceaux de combustible plus gros brûlant encore ou tout juste enflammés de la fraction de fines existante du combustible, un agencement de recyclage (7) qui recycle vers la première extrémité de l'agencement de combustion (2) les morceaux de combustible plus gros déversés par l'agencement de séparation (4), et un agencement de post-combustion (5), qui reçoit la fraction de fines de l'agencement de séparation (4) pour la combustion complète de celle-ci. 5
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'agencement de séparation (4) est un tamis. 10
8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'agencement de combustion est une grille (9). 15
9. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** l'agencement de combustion est un tube rotatif. 20
10. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** l'agencement de séparation est un cône rotatif (9), dont l'axe de rotation (11) vu de la pointe du cône est orienté obliquement vers le haut. 25
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la génératrice la plus basse du cône (9) partant de la pointe du cône s'étend avec une légère inclinaison vers le bas. 30
12. Dispositif selon l'une des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** le cône (9) a un angle d'ouverture ( $\beta$ ) d'environ 90°. 35
13. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** le bord (10) du cône (9) à sa base est replié vers l'intérieur. 40
14. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 13, **caractérisé en ce que** l'agencement de recyclage est un convoyeur à vis (7). 45
15. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 13, **caractérisé en ce que** l'agencement de recyclage est un convoyeur à chaîne.
16. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 15, **caractérisé en ce que** l'agencement de recyclage est pourvu d'agencements d'alimentation en air. 50

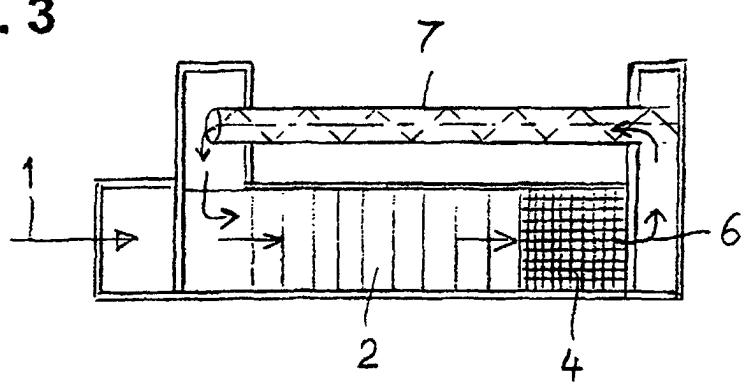
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**

