



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 919 771 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.11.2000 Patentblatt 2000/48**

(51) Int Cl. 7: **F23H 1/02, F23H 3/02,**  
**F23H 7/06, F23L 1/02**

(21) Anmeldenummer: **98810971.6**

(22) Anmeldetag: **28.09.1998**

(54) **Verfahren zum Verbrennen von Feststoffen auf einem wassergekühlten  
Schub-Verbrennungsrost, sowie Rostplatte und Rost zur Ausübung des Verfahrens**

Combustion process for solid material on a water-cooled sliding grate as well as gratebar and grate  
for carrying out the process

Procédé de combustion pour matières solides sur une grille coulissante refroidie par eau, ainsi que  
barreau de grille et grille pour la mise en oeuvre du procédé

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IE IT LI NL SE**

(30) Priorität: **29.10.1997 CH 249897**  
**03.05.1998 CH 99098**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.06.1999 Patentblatt 1999/22**

(73) Patentinhaber: **DOIKOS INVESTMENTS LTD**  
**St. Helier, Jersey JE4 8TZ (GB)**

(72) Erfinder: **Stiefel, Jakob**  
**8483 Kollbrunn (CH)**

(74) Vertreter: **Felber, Josef**  
**Felber & Partner AG**  
**Dufourstrasse 116**  
**Postfach 105**  
**8034 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 019 652** **EP-A- 0 757 206**  
**FR-A- 2 574 160** **US-A- 5 673 636**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no.**  
**104 (M-212), 6. Mai 1983 & JP 58 024720 A**  
**(TAKUMA KK), 14. Februar 1983**

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 eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von Feststoffen auf einem wassergekühlten Schub-Verbrennungsrost, wie er zum Beispiel in Kehrichtverbrennungsanlagen zum Einbau kommt. Des Weiteren geht es um eine spezifische Rostplatte und einen aus solchen Rostplatten aufgebauten Rost, wie er zur Durchführung des Verfahrens nötig ist. Bei den zu verbrennenden Feststoffen kann es sich um verschiedenste Arten von Feststoffen handeln, sei es Braunkohle, Sägespäne, Holz- und Gummi-Schnitzel, allerlei Restwaren, Industrieabfall, Klärschlamm, Krankenhaus- oder Haushaltmüll bzw. Kehricht, usw. usf.

**[0002]** Bei den herkömmlichen Schubverbrennungsrosten, welche in Kehrichtverbrennungsanlagen zum Einbau kommen, und die aus treppenförmig aufeinanderliegenden Roststufen bestehen, von denen jede zweite in Schubrichtung beweglich ist, wird die Primär- luft von unterhalb des Rastes durch diesen hindurch in das Brennbett geblasen. Bei den noch mehrheitlich im Einsatz stehenden Gussrosten, bei denen also die einzelnen Roststufen aus einer Reihe lose nebeneinanderliegender oder miteinander verschraubter Guss-Roststäbe bestehen, gelangt die Primär- luft durch seitliche und/oder im Kopfbereich angebrachte Ausnehmungen in den Gussroststäben auf die Rostoberseite. Die Primär- luft wird durch den Rost hindurch gefördert, indem in den Zonen unterhalb des Rastes mittels grossdimensionierter Ventilatoren entsprechende Ueberdrucke der Größenordnung von ca. 40mm bis 250mm Wassersäule aufgebaut werden. Pro Rostoberfläche sieht man etwa 2% als freibleibenden Durchgangsquerschnitt für die Primär- luft vor, und pro Quadratmeter Rostoberfläche werden bis 2'500 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde durch den Rost gefördert, um eine Vorstellung von der Größenordnung des Luftpuffersatzes zu vermitteln. Die Geschwindigkeit der durchströmenden Luft erreicht dabei Spitzen von über 30m/s. Diese durch den Rost strömende Luft dient zum einen als Primär- luft für das Feuer, zum andern als Kühl- luft für den Gussrost. Ein Nachteil dieses Konzeptes ist, dass die Luft recht unausgeglichen in das Brennbett gelangt. Verklemmt sich zum Beispiel ein Draht oder ein sonstiges Kleinteil zwischen zwei benachbarten Roststäben, so ist der Abstand zwischen diesen auf Kosten der Abstände zwischen den übrigen Roststäben erweitert. Das hat zur Folge, dass durch diesen Spalt die ungleich grössere Luftmenge strömt als durch die Schlitze zwischen den anderen Roststäben. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass bei hohen Heizwerten des Brenngutes und lokal dünnem Brennbett, wie es im Verlaufe des Brennguttransports immer wieder auftritt, der dort wirkende Primär- luftstrom das Brennbett durchbricht, eine hohe Stichflamme erzeugt und damit Staub und Asche weit in den Kesselraum hinauf mitnimmt, ohne den Sauerstoff vollständig an das Feuer abzugeben. Man hat dann einen lokal übermässigen Luftüber- schuss, was der Rauchgasqualität abträglich ist.

**[0003]** Eine wesentliche Verbesserung des Verbrennungsverfahrens konnte mit wassergekühlten Rosten aus hohlen und vorzugsweise aus Blech hergestellten Rostplatten erzielt werden, die sich vorteilhaft über die ganze Rostbreite erstrecken. Die Rostplatten weisen dann Primär- luft-Zuführkanäle auf, zum Beispiel die Rostplatte durchsetzende Primär- luft-Zuführrohre, die sich gegen oben auch verjüngen können, oder die Primär- luft-Zuführkanäle sind durch Ausnehmungen für die Durchleitung von Primär- luft gebildet, sodass die Primär- luft also von unterhalb des Rastes durch diesen hindurch auf seine Oberseite leitbar ist. Infolge der über die Breite durchgehenden Rostplatten kann keine Schlacke mehr zwischen einzelnen Rostelementen hindurch unter den Rost fallen, wie das bei Roststufen aus mehreren lose nebeneinanderliegenden Roststäben der Fall ist. Somit ist der Schlackendurchfall praktisch unterbunden. Der grosse Vorteil eines wassergekühlten Rastes ist jedoch in der Tatsache zu sehen, dass die durch ihn geförderte Luft einzig die Funktion der Luftzufuhr für die Verbrennung zu erfüllen hat, und keinerlei Kühl- funktion aufweisen muss. Dadurch lässt sich die Fördermenge der Luft drastisch reduzieren, was zu einem viel ruhigeren und besser optimierten Feuer führt. Die Verteilung der Primär- luft über die einzelnen Primär- luft-Zuführkanäle bleibt weitgehend gleichmässig. Ein Nachteil ist jedoch immer noch darin zu sehen, dass insbesondere bei hohen Heizwerten und/oder bei lokal dünnem Brennbett der Primär- luftstrahl, welcher durch die dortige Mündung des Primär- luftkanals ausströmt, das Brennbett durchbrechen kann.

**[0004]** Ganz allgemein werden zunehmend höhere Anforderungen an die Verbrennungsverfahren gestellt. Weil die Zusammensetzung und somit der Heizwert wie auch das anfallende Volumen zum Beispiel des Haushaltmülls regional und saisonal stark schwankt und auch dessen physikalische Eigenschaften wie spezifisches Gewicht, Stückgrößenverteilung, Luftdurchlässigkeit, Feuchtigkeit, Aschengehalt, Anteil von Buntmetallen usw. stark variieren, ist es nicht einfach, stets einen guten Ausbrand der Verbrennungsgase und der Schlacke bei Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Werte zu erzielen. Angestrebt wird eine gleichmässige Temperaturverteilung innerhalb des Gasstromes im Kesselraum, wozu eine kontrollierte und gleichmässige Verbrennung auf dem Rost und im Feuerraum über dem Rost kardinal ist. Die endliche Anzahl von Primär- luft-Zuführleitungen bzw. -Mündungen, das zeitweise Zusetzen einzelner Mündungen, das unregelmässige Schüttvolumen und die dadurch varierende Schichthöhe des Brenngutes und dessen schwankender Heizwert führen aber oft zu ungleichmässiger Verbrennung.

**[0005]** Mangelhafte Primär- luftzufuhr auf luftgekühlten Rosten kann zu Ueberhitzungen auf dem Rost führen. Die Ausbrandzone wird verlängert und ein unbefriedigender Schlackenausbrand ist die Folge. Der Luftmangel im Feuerraum beeinträchtigt den Gasausbrand und die Strömungsverhältnisse im Kesselraum. Dies wie-

derum führt zu übermässiger Verschmutzung der Kesselwände. Setzen sich einzelne Primärluft-Zufuhröffnungen zu, so führt das zu einer Erhöhung der Luftaustrittsgeschwindigkeiten bei den offengebliebenen Mündungen und dort, wo der Primärluftstrahl das Brennbett durchbricht (Durchbläser), zu einer Strähnenbildung im Feuerraum, zu einer erhöhten CO- und NO<sub>x</sub>-Bildung und erhöhtem Staubauswurf. Wenn infolge der Konsistenz des Brenngutes auf der einen Seite des Rostes die Mündungen teilweise oder ganz zugesetzt werden, so bewirkt das ein ungleichmässiges Brennbett, das nur einseitig hinreichend ausbrennt.

**[0006]** Die Art und Weise des Einbringens von Primärluft in das Brennbett eines Schubverbrennungsrotes und namentlich auch eines wassergekühlten Schubverbrennungsrotes ist aus den obengenannten Gründen von grösster Bedeutung für die Verbrennung und es gilt daher, diese Primärluftzufuhr entscheidend zu verbessern.

**[0007]** Aus den PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 007, no. 104 (M-212), 6. Mai 1983, ist ein Rost bekanntgeworden, bei dem die Roststäbe aus je zwei ineinander gestellten Profilen so geformt sind, dass die durch die Stäbe strömende Luft durch die aufgesetzten Längsprofile horizontal und seitlich ausströmt. Die so umgeleitete Luft ist jedoch keine reine Primärluft, sondern in erster Linie Kühlluft, und der Rost ist kein wassergekühlter Schubverbrennungsrost.

**[0008]** In der FR 2'574'160 (ELECTRICITE DE FRANCE), 6. Juni 1986 wird eine spezielle Führung der Kühl- und Primärluft an einem luftgekühlten Rost offenbart. Hierzu weisen die Roststäbe nach oben ragende Fortsätze auf, die gegen vorne eine geneigte Seite aufweisen, die perforiert ist, sodass die Luft am geneigten Rost effektiv horizontal durch diese Löcher austritt.

**[0009]** Schliesslich zeigt die EP 0'019'652 A (SULZER AG), 10. Dezember 1980 einen Rost für eine Wirbelschichtfeuerung, der aus mit Wasser durchströmten, parallel mit Abstand zueinander angeordneten Rohre besteht, die mit je einem Zwischensteg miteinander verschweisst sind. Durch die Zwischenstege strömt die Primärluft durch darin angeordnete Schlitze oder Löcher nach oben, und umströmt dabei Deckbleche. Diese sind jedoch nicht an einem Schubverbrennungsrost, und speziell nicht an einem wassergekühlten Schubverbrennungsrost realisiert und können auch nicht direkt auf einen solchen übertragen werden.

**[0010]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit welchem das Durchbrechen des Brennbettes mit Primärluft, sowie das Zusetzen bzw. Verstopfen von Primärluft-Zufuhröffnungen bei wassergekühlten Schubverbrennungsrosten weitgehend verhinderbar ist, und welches einen geringeren Luftdurchsatz, eine bessere Verbrennung und damit auch bessere Rauchgasqualitäten ermöglicht. Weiter ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Rostplatte sowie einen aus solchen Rostplatten aufgebauten Rost anzugeben, auf dem dieses Verfahren ausgeübt

werden kann.

**[0011]** Diese Aufgabe wird gelöst von einem Verfahren zum Verbrennen von Feststoffen auf einem wassergekühlten Schubverbrennungsrost, das sich dadurch auszeichnet, dass die durch den wassergekühlten Schubverbrennungsrost in das Brennbett zugeführte Primärluft nach Durchströmen der Rostplatten des Schubverbrennungsrotes auf Leitelemente auftrifft, welche über den in der Stirnseite der Rostplatten platzierten Mündungen angeordnet sind, und von jedem solchen Leitelement umgelenkt wird, sodass die umgelenkte Primärluft - im Vergleich mit ihrer Geschwindigkeit in Richtung des aus der Schubrostoberfläche austretenden Primärluftstromes - mit verlangsamter Geschwindigkeit diffus in das Brenngut strömt.

**[0012]** Des Weiteren wird die Aufgabe gemäss Patentanspruch 4 gelöst von einer Rostplatte für einen wassergekühlten Schubverbrennungsrost zum Verbrennen von Feststoffen, bestehend aus einem durchströmabaren Hohlkörper mit Anschluss-Stutzen für die Zu- und Abfuhr von Kühlwasser, sowie mit die Rostplatte von unten nach oben durchsetzenden Primärluftzuführkanälen, die sich dadurch auszeichnen, dass über den an der Stirnseite der Rostplatte platzierten Mündungen der Primärluft-Zuführkanäle auf der Rostplatten-Oberfläche Leitelemente angeordnet sind, auf welche die aus der Mündung austretende Primärluft aufzutreffen bestimmt ist.

**[0013]** Und schliesslich wird die Aufgabe gemäss Patentanspruch 9 gelöst von einem treppenförmigen wassergekühlten Schubverbrennungsrost zum Verbrennen von Feststoffen, der aus aufeinanderliegenden Rostplatten nach einem der Ansprüche 4 bis 8 besteht und sich dadurch auszeichnet, dass jede Roststufe aus ein oder mehreren solcher Rostplatten besteht.

**[0014]** In den Figurenzeichnungen sind verschiedene Varianten von Rostplatten für den Aufbau eines Schubverbrennungsrotes dargestellt, der sich zur Ausübung des Verfahrens eignet. Anhand dieser Zeichnungen werden das Verfahren und die Vorrichtung beschrieben und deren Vorteile erläutert.

Es zeigt:

**[0015]**

Figur 1: Einen Schubverbrennungsrost im Querschnitt von der Seite her gesehen, mit Leitelementen über den Mündungen der durch ihn führenden Primärluft-Zuführkanäle;

Figur 2: Eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von aufgeschweißten, bügelförmigen Leitblechen;

Figur 3: Eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von aufgeschweiß-

- sten flachen Leitblechen;
- Figur 4: Eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form eines aufgeschweißten, sägezahnförmigen Stahlbleches;
- Figur 5: Eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von aufgeschraubten Mündungskappen;
- Figur 6: Eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von eingeschweißten Rohren mit kappenförmigem Ende;
- Figur 7: Ein Diagramm zur Diskussion der Rauchgase G und der Anlageneffizienz E in Funktion des O<sub>2</sub>-Anteils im Rauchgas G.

**[0016]** Schub-Verbrennungsroste weisen stationäre und bewegliche Roststufen aus Rostplatten oder aus einer Reihe von Roststäben auf, wobei die Roststufen treppenförmig aufeinander aufliegen. Diese Schub-Verbrennungsroste können so eingebaut sein, dass das Brennbett im wesentlichen horizontal liegt, oder aber geneigt, wobei Neigungen bis um die 20 Winkelgrade oder mehr üblich sind. Aus der EP-0'621'449 ist ein wassergekühlter Schubverbrennungsrost bekanntgeworden. Seine Rostplatten sind aus Stahlblech gefertigt und bilden brettförmige Hohlkörper, die sich über die Breite der ganzen Rostbahn erstrecken und durch welche Wasser als Kühlmedium geleitet wird. Jede zweite Rostplatte ist beweglich und kann somit einen Schür- oder Transporthub ausführen. Wenn es sich um einen Vorschub-Rost handelt, so können die beweglichen Rostplatten mit ihrer Stirnseite Brenngut auf die nächst tieferliegende Rostplatte vorschieben. Demgegenüber bildet ein Rückschubrost eine gewissermassen verkehrt eingebaute, geneigte Treppe. Die Stirnseiten der beweglichen Rostplatten transportieren bei einem Rückschubrost das hinter ihnen liegende Brenngut zurück, wonach dieses wieder in Richtung der Rostneigung nach unten kollert. Die beweglichen Rostplatten, das heisst die jeweils zwischen zwei stationären Rostplatten angeordneten Rostplatten, werden meist kollektiv in Fallrichtung ihrer Neigung hin und her bewegt. Damit wird erreicht, dass der auf dem Rost liegende, brennende Kehricht bei einer hohen Verweilzeit von 45 bis 120 Minuten ständig umgelagert und auf dem Rost gleichmässig verteilt wird.

**[0017]** Ein vorteilhafter Aufbau dieses Schub-Verbrennungsrostes mit seinen wesentlichen Elementen ist in Figur 1 ersichtlich, in welcher ein Abschnitt eines Schub-Verbrennungsrostes anhand eines Querschnittes gezeigt ist. Der Rost besteht aus treppenförmig angeordneten Roststufen, die je von einer hohlen, wassergekühlten Rostplatte 1,2,3,4 gebildet werden. Jede zweite Roststufe, in der Figur die Rostplatten 2 und 4, ist beweglich ausgeführt, während die zwischenliegen-

den Rostplatten stationär an Querrohren 5 eingehängt sind. Die beweglichen Rostplatten 2,4 sind seitlich je an einer Rolle 6 gelagert und liegen mit ihrem Hinterteil auf vertikalen Rollen 7 auf, die an den seitlich begrenzenden Planken angeordnet sind. Jede bewegliche Rostplatte 2,4 wird von einer eigenen hydraulischen Kolben-Zylinder-Einheit 8 angetrieben. An der Stirnseite jeder Rostplatte münden durch die Rostplatte hindurch verlaufende Rohre 9 für die Zufuhr von Primärluft aus dem Bereich unterhalb des Rastes. Diese Primärluft-Zuführrohre 9 münden etwas oberhalb der Oberfläche der Rostplatte und weisen einen langloch-förmigen Querschnitt auf, wie das später noch gezeigt wird. Dadurch wird schon bisher vermieden, dass durch diese Rohre übermäßig viel Schlacke durchfällt. Die Mündungen dieser Primärluftrohre 9 oder entsprechender Primärluft-Zuführkanäle sind wie hier gezeigt mit Leitelementen 10 in Form von Mündungskappen aus bügelförmigen Leitblechen versehen, die einfach auf die Rostplatten-Oberseite aufgeschweißt sind. Der obere Abschnitt der Leitbleche ist im Querschnitt V-förmig. Der von unten auf diese Leitbleche auftreffende Primärluftstrahl wird daher von den Leitblechen geteilt und seitlich abgelenkt. Gleichzeitig decken die bügelförmigen Leitbleche die Mündung in Schubrichtung des Rastes ab, sodass das Brenngut um die Leitbleche herumgeleitet wird und nicht direkt die Primärluftmündungen überstreicht.

**[0018]** In Figur 2 ist ein Teil der Vorderkante einer Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von aufgeschweißten bügelförmigen Leitblechen 10 in perspektivischer Darstellung gezeigt. Man sieht die langlochförmigen Primärluft-Zuführrohre 9, welche ein bis wenige Millimeter über der Oberfläche der Rostplatte münden. Über diesen Mündungen sind die Mündungs- oder Düsenkappen 10 in Form der bügelförmigen Leitbleche 10 aufgeschweißt. Diese Leitbleche 10 bestehen aus Stahlblech und bilden von der Seite her gesehen, wenn sie aufgeschweißt sind, eine Trapezform, wobei das Blechstück, welches die obere Seite des Trapezes bildet, im Querschnitt V-förmig ausgeführt ist, was durch eine einfache Abkantung erzielt werden kann. Mit dieser Form wird der von unten auftreffende Primärluftstrom wie mit den Pfeilen angedeutet zweigeteilt und seitlich abgelenkt und dabei auch verwirbelt.

Die Wirkung ist, dass die Luft mit deutlich reduzierter Geschwindigkeit und sozusagen diffus in das Brenngut eindringt. Die Luft, welche durch die in einer Reihe angeordneten Primärluftmündungen einströmt, vermag das Brennbett in seiner ganzen Breite diffus zu durchdringen, sodass der Luftsauerstoff viel homogener als bisher der Verbrennung zugeführt wird. Anstelle der hier gezeigten Form der bügelförmigen Leitbleche können diese auch einen halbkreisförmigen Bogen bilden, oder auch einen Winkel, der wie ein Giebel über der Mündung auf die Rostplatte aufgeschweißt ist. Die Montagerichtung kann dabei beliebig gewählt werden, sodass die Winkelebene auch im rechten Winkel zur Schubrichtung verlaufen kann. Wenn die Bleche so wie in der Fi-

gur gezeigt montiert werden, stellt das auch sicher, dass die Primärluft-Zufuhrmündungen nicht verstopfen.

**[0019]** Die Figur 3 zeigt eine Rostplatte mit einer Ausführung der Leitelemente in Form von aufgeschweißten flachen Leitblechen 12. Auch diese Variante erfüllt den angestrebten Zweck, nämlich die Umlenkung der Primärluft und deren Diffusion, was wiederum mit Pfeilen angedeutet ist. Diese Flacheisen 12 können noch einen weiteren Zweck erfüllen. Sie wirken nämlich als Widerhaken und nehmen bei jedem Vorwärtsschieben der beweglichen Platten das vor dem Bereich der Flacheisen 12 liegende Brenngut mit, während sie beim Zurückziehen dieses wieder freigeben und die Primärluft hernach wieder die Flacheisen 12 anströmt und sie kühlst. Das in vertikaler Richtung oberhalb der Flacheisen 12 auf dem Rost liegende Brenngut wird durch dieses Mitnehmen vom darunterliegenden Material getrennt, sodass eine horizontale Verschiebung der Brennbettschichten erfolgt. Auch mit dieser Lösung wird das Verstopfen oder Zusetzen der Primärluft-Zufuhröffnungen vermieden, denn wenn sich die nächstfolgende, darunterliegende Roststufe relativ gesehen von den Zufuhröffnungen weg bewegt, löst sich auch das während der vorher entgegengesetzten Relativbewegung allenfalls unter dem Flacheisen 12 eingeklemmte Material und gibt die Mündung wieder frei.

**[0020]** Die Figur 4 zeigt eine weitere Variante für ein Leitelement, indem hier ein sägezahnförmiges Blech 13, ähnlich der Form eines Mähbalkenmessers, über die Breite des Rostes auf der Vorderkante der Rostplatte aufgeschweisst ist. Die Sägezähne ragen jeweils über eine Düse der Primärluftzufuhr, sodass der austretende Primärluftstrom auf jeweils einen Sägezahn auftrifft und von diesem gegen vorne und die beiden Seiten umgelenkt wird. Auch mit dieser Ausführung wird eine horizontale Verschiebung der Brennbettschichten erreicht, und gleichzeitig wird das Zusetzen der Primärluft-Zufuhröffnungen vermieden.

**[0021]** Die Figur 5 zeigt eine Ausführung mit aufgeschraubten Mündungs- oder Düsenkappen 14. Die Primärluft-Zuführkanäle bzw. -rohre sind in diesem Fall kreisrund und die Rohrmündungen, welche die Rost leicht überragen, weisen ein Aussengewinde auf. Auf dieses ist die Düsenkappe 14 aufgeschraubt. Es kann sich bei diesen Düsenkappen 14 um handelsübliche Fittinge mit Sechskant-Aussenform handeln, die für diesen Einsatzzweck mit radialen Bohrungen 15 versehen werden. Die Fittinge werden nur über einen kleinen Teil ihres Gewindes aufgeschraubt, sodass die Primärluft unbehindert durch die radialen Bohrungen 15 austreten kann. Sie wird daher nach der Rohrmündung von den Fittingen umgelenkt und strömt durch die im gezeigten Beispiel sechs Bohrungen radial aus, wodurch sie allseitig in das umliegende Brenngut diffundiert, wie das mit den Pfeilen angedeutet ist. Ein Zusetzen der rundum angeordneten Mündungen ist wegen der Relativbewegung der Mündungs- und Düsenkappen 14 zum transportierten Brenngut unmöglich. Selbstverständlich kön-

nen solche Düsenkappen auch andere Formen aufweisen und aufgeschweisst statt aufgeschraubt sein.

**[0022]** Die Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsvariante für die Leitelemente. Diese bestehen hier aus 5 Rohren 16 mit langlochförmigem Querschnitt 17. Diese Rohre 16 sind einenends verschlossen und bilden dort eine abgerundete Kappe 18. Mit ihrer offenen Seite nach unten gerichtet sind diese Rohre 16 in entsprechende Langlöcher im oberen und unteren Rostplatten-10 Blech eingesetzt und dichtend in diese Langlöcher eingeschweisst. Dabei sind sie länger als die Rostplatten-dicke ausgeführt und mit ihrem unteren Ende bündig mit der Unterseite der Rostplatte in diese eingeschweisst, sodass sie dann mit ihrem kappenseitigen Ende die 15 Rostplattenoberfläche überragen. Auf beiden Seiten des die Rostplatte überragenden Abschnittes der Rohre 16 sind unterhalb der Kappen 18 in den ebenen Bereichen Schlitze 19 vorgesehen, die im Rohr 16 von innen nach aussen gegen abwärts gerichtet sind. Erstens wird 20 die Luft dadurch in der Kappe 18 umgelenkt und strömt dann je nach Ausführung der Schlitze 19 in den Kappen 18 aufwärts, horizontal oder schräg abwärts durch dieselben auf das Müllbett, und zweitens sind die Schlitze 19 durch diese Anordnung weitgehend vor Verstopfung 25 durch Brenngut geschützt, denn sie bewegen sich nur längs des Brenngutes und sind wie gesagt gegen abwärts gerichtet. Wegen der abgerundeten Kappen 18 können die Rohrabschnitte, welche die Rostplatten-oberfläche überragen, mit den bewegten Rostplatten 30 quasi durch das Brenngut fahren, bzw. das Brenngut kann an diesen Rohrabschnitten vorbeigeschoben werden, ohne dass es an scharfen Kanten hängen bleibt und ein Rohr 16 möglicherweise dadurch deformiert oder gar abgerissen würde.

**[0023]** Grundsätzlich können solche zu den Figuren beschriebene Leitelemente auf der Oberseite der Rostes nur an wassergekühlten Rosten realisiert werden, denn diese bleiben im Betrieb auf einer niedrigen Temperatur, sodass ein Grossteil der Wärme aus den Leitelementen an den Rost abgeleitet wird. An luftgekühlten Rosten hingegen würden solche Elemente innerhalb kürzester Zeit verbrennen.

**[0024]** Ein aus wassergekühlten Rostplatten aufgebauter Schubverbrennungsrost kann also mit solchen 45 Leitelementen bestückt sein und ermöglicht es dann grundsätzlich, dass die durch den Schubverbrennungsrost auf das Müllbett zugeführte Primärluft nach dem Austritt aus der Schubrost-Oberfläche zunächst umgelenkt wird. Die damit erzielte Diffusion der Primärluft und 50 ihr demzufolge homogeneres Durchdringen des Brennbettes erweist sich als enorm vorteilhaft für die Qualität der Verbrennung. Nachfolgend werden die Einflüsse des Sauerstoffeintrages qualitativ diskutiert:

**[0025]** In Figur 7 ist hierzu ein Diagramm zur Beurteilung der Verbrennungsqualität gezeigt, wobei die Rauchgase G und die Anlageneffizienz E in Funktion des O<sub>2</sub>-Anteils im Rauchgas G aufgetragen sind. Der CO-Wert wird als übergeordnetes Mass für die Verbren-

nungsqualität betrachtet. Nun sieht man anhand dieses Diagrammes, dass der CO-Grenzwert ( $\text{CO}_{\max}$ ) über eine relativ grosse Bandbreite des  $\text{O}_2$ -Anteils im Rauchgas eingehalten wird. Mit abnehmendem  $\text{O}_2$ -Anteil nimmt auch der  $\text{NO}_x$ -Anteil ab und die Effizienz E der Verbrennungs-Anlage steigt bei gleichzeitig abnehmendem Gasvolumen-Strom V. Wenn der  $\text{O}_2$ -Anteil jedoch über ein gewisses Mass weiter reduziert wird, so steigt der CO-Wert plötzlich steil an. Es muss also das Ziel der Verbrennungssteuerung sein, den  $\text{O}_2$ -Wert so tief zu halten, dass der  $\text{NO}_x$ -Anteil minimal wird und gleichzeitig der CO-Grenzwert gerade noch eingehalten wird. Ein solcher idealer Arbeitspunkt ist im Diagramm eingezeichnet. Er gewährleistet nebst den zu erzielenden Rauchgaswerten auch eine hohe Anlageneffizienz. Wegen des mit dem vorliegenden Verfahren optimierten Sauerstoff-Eintrages muss weniger Luft durch das Brenngut geblasen werden. Somit kommt man näher an das grundsätzliche Ziel einer stöchiometrischen Verbrennung heran. Weiter hat man auch weniger Staubauswurf. Die Staubteilchen sind zudem weniger schnell. Das reduziert die Erosion der Kesselwände. Schnelle und viele Staubteilchen behandeln nämlich die Kesselwände ähnlich wie eine Sandstrahlung.

**[0026]** Versuche in einer Kehrichtverbrennungsanlage haben gezeigt, dass mit Einsatz dieses Verfahrens der Ueberdruck unter dem Rost auf einen Drittel des sonst nötigen Wertes heruntergefahren werden konnte, und die geforderten Rauchgasqualitäten dennoch eingehalten werden. Es strömen also nicht mehr so grosse Luftmengen mit hoher Geschwindigkeit und örtlich unkontrolliert durch den Rost und das Brenngut, sondern es wird in gezielter Menge Sauerstoff ganz sachte, das heißt mit niedriger Strömungsgeschwindigkeit in das Brenngut diffundiert. Dadurch wird kein unnötiges Rauchgasvolumen erzeugt, die Rauchgasgeschwindigkeit wird erheblich reduziert und somit auch der Anfall von Flugasche. Der kleine Anteil Flugasche wird zudem nicht mehr hoch in den Kessel hinaufgewirbelt. All dies gestattet es, den Kessel und sämtliche nachgeschalteten Anlagenkomponenten kleiner und somit kostengünstiger zu dimensionieren.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von Feststoffen auf einem wassergekühlten Schubverbrennungsrost, dadurch gekennzeichnet, dass die durch den wassergekühlten Schubverbrennungsrost in das Brennbett zugeführte Primärluft nach Durchströmen der Rostplatten des Schubverbrennungsrostes auf Leitelemente (10,12,13,14,16) auftrifft, welche über den in der Stirnseite der Rostplatten platzierten Mündungen angeordnet sind, und von jedem solchen Leitelement umgelenkt wird, sodass die umgelenkte Primärluft- im Vergleich mit ihrer Geschwindigkeit in Richtung des aus der Schubrost-

oberfläche austretenden Primärluftstromes - mit verlangsamter Geschwindigkeit diffus in das Brenngut strömt.

- 5     **2.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärluftstrom durch in die Rostplatte (1-4) eingeschweißte Rohre (16) strömt, welche die Rostplattenoberfläche überragen und oben kappenförmig verschlossen sind, sowie seitliche, schräg aufwärts, abwärts oder horizontal verlaufende Schlitze (19) aufweisen, sodass die durch die Schlitze (19) austretende Primärluft diffus in das Brenngut strömt und dort zu einem homogenen Luftdurchsatz mit langsamer Durchsatzgeschwindigkeit beiträgt.
- 10    **3.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärluftstrom nach dem Austritt aus der Schubrost-Oberfläche auf bügelförmige Leibleche (10) auftrifft, die über langlochförmige, in Schubrichtung verlaufende Mündungen angeordnet sind und über diesen Mündungen einen Bogen schlagen, und dass der aus jeder Mündung austretende Primärluftstrom am dortigen Leitblech (10) geteilt und umgelenkt wird, wodurch die Primärluft diffus in das Brenngut strömt und dort zu einem homogenen Luftdurchsatz mit langsamer Durchsatzgeschwindigkeit beiträgt.
- 15    **4.** Rostplatte für einen wassergekühlten Schubverbrennungsrost zum Verbrennen von Feststoffen, bestehend aus einem durchströmmbaren Hohlkörper (1-4) mit Anschluss-Stutzen für die Zu- und Abfuhr von Kühlwasser, sowie mit die Rostplatte von unten nach oben durchsetzenden Primärluft-Zuführkanälen (9), dadurch gekennzeichnet, dass über den an der Stirnseite der Rostplatte platzierten Mündungen der Primärluft-Zuführkanäle (9) auf der Rostplatten-Oberfläche Leitelemente (10,12,13,14,16) angeordnet sind, auf welche die aus den Mündungen austretende Primärluft aufzutreffen bestimmt ist.
- 20    **5.** Rostplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitelemente (16) dadurch gebildet sind, dass Rohre (16) mit langlochförmigem Querschnitt (17), die einenends verschlossen sind und dort eine abgerundete Kappe (18) bilden, mit ihrer offenen Seite nach unten gerichtet in entsprechende Langlöcher (17) im oberen und unteren Rostplatten-Blech eingesetzt und dichtend in diese Langlöcher eingeschweißt sind, wobei sie mit ihrem kapenseitigem Ende (18) die Rostplattenoberfläche überragen und auf beiden Seiten des die Rostplatte überragenden Abschnittes unterhalb der Kappen (18) in den ebenen Bereichen Schlitze (19) aufweisen, die im Rohr (16) von innen nach aussen führen und abwärts, aufwärts oder horizontal gerichtet

- sind.
6. Rostplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass über den Mündungen der Primärluft-Zuführkanäle (9) Leitelemente in Form von bügelförmigen Leitblechen (10) oder die Mündungen schiefwinklig überragender Flacheisen (12) aufgeschweisst sind, auf welche die aus den Mündungen austretende Primärluft aufzutreffen bestimmt ist.
  7. Rostplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass längs der Vorderkante der Rostplatte ein sägezahnförmiges Stahlblech (13) aufgeschweißt ist, dessen Sägezähne je eine Mündung der Primärluft-Zuführkanäle schiefwinklig überragen, und auf welche die aus den Mündungen austretende Primärluft aufzutreffen bestimmt ist.
  8. Rostplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass über den kreisrunden Mündungen der Primärluft-Zuführkanäle (9) Leitelemente in Form von Mündungs- oder Düsenkappen (14) angebracht sind, welche radiale Bohrungen (15) zur Diffusion der auftreffenden Primärluft aufweisen.
  9. Treppenförmiger wassergekühlter Schubverbrennungsrost zum Verbrennen von Feststoffen, der aus aufeinanderliegenden Rostplatten (1-4) nach einem der Ansprüche 4 bis 8 besteht, dadurch gekennzeichnet, dass jede Roststufe aus ein oder mehreren solcher Rostplatten (1-4) besteht.

## Claims

1. Process for incinerating solids on a water-cooled thrust combustion grate, characterized in that the primary air supplied through the water-cooled thrust combustion grate to the combustion bed after flowing through the grate plates of the thrust combustion grate impacts against deflector elements (10,12,13,14,16) disposed over the openings on the front side of the grate plates and is deflected by each said deflector element so that the deflected primary air flows diffusely into the combustible material at a reduced speed in comparison with its speed in the direction of the primary air flow exiting the surface of the thrust grate.
2. The process according to claim 1, characterized in that the primary air flow flows through pipes (16) welded into the grate plate (1-4) which project beyond the surface of the grate plate and are sealed at the top like caps, and have slots (19) in their sides oriented obliquely upwards, downwards or horizontally so that the primary air exiting through the slots (19) flows diffusely into the combustible material where it contributes to the creation of a homogene-
3. The process of one of claims 1 to 2, characterized in that the primary air flow, after exiting from the thrust grate surface, impacts against bow-shaped deflector plates (10) which are disposed over openings shaped like oblong holes running in the direction of thrust and form an arch over these openings, and in that the primary air flow exiting from each opening is divided and deflected by the local deflector plate (10), so that the primary air flows diffusely into the combustible material where it contributes to creating a homogeneous, low speed airflow.
4. A grate plate for a water-cooled thrust combustion grate for the incineration of solids comprising a permeable hollow element (1-4) with connection pieces for supplying and draining away cooling water, and with primary air supply ducts (9) which pass through the grate plate from bottom to top, characterized in that deflector elements (10,12,13,14,16) are disposed on the surface of the grate plates over the openings of the primary air supply ducts (9) on the front side of the grate plates, against which the primary air exiting from the opening is intended to impact.
5. The grate plate of claim 4, characterized in that the deflector elements (16) are formed in that pipes (16) with a cross-section (17) like an oblong hole, which are sealed at one end to form a rounded cap (18), are inserted with their open end downward into corresponding oblong holes (17) in the top and bottom grate plate sheets and welded impermeably into these oblong holes, with their cap ends (18) projecting beyond the grate plate surface, and on both sides of the section projecting beyond the grate plate have slots (19) below the caps (18) in the straight areas, which are contrived in the pipe (16) to run from inside to outside and are oriented downwards, upwards or horizontally.
6. The grate plate of claim 4, characterized in that deflector elements in the form of bow-shaped deflector plates (10) or flat plates (12) projecting beyond the openings at an oblique angle are welded on over the openings of the primary air supply ducts (9), against which plates the primary air exiting from the openings is intended to impact.
7. The grate plate of claim 4, characterized in that a sawtooth shaped steel sheet (13) is welded along the front edge of the grate plate, each of whose saw-teeth projects over a primary air supply duct opening at an oblique angle, against which the primary air exiting from the openings is intended to impact.
8. The grate plate of claim 4, characterized in that de-

- reflector elements in the form of opening or nozzle caps (14) with radial holes (15) for diffusing the primary air that impacts against them are mounted over the circular openings of the primary air supply ducts (9).
9. A stairway-like thrust combustion grate for incinerating solids comprising grate plates (1-4) that rest on top of each other according to one of the claims 4 to 8, characterized in that each grate layer consists of one or several such grate plates (1-4).
- Revendications**
1. Procédé pour la combustion de matières solides sur une grille de combustion à poussée, refroidie par eau, caractérisé en ce que l'air primaire amené, à travers la grille refroidie par eau, dans le lit de combustion arrive, après avoir traversé les plaques de la grille, sur des éléments de guidage (10, 12, 13, 14, 16), disposés au-dessus des embouchures placées dans la face frontale des plaques de grille et que l'air est dévié par chacun de ces éléments, de sorte que cet air primaire dévié s'écoule dans la matière en combustion de manière diffuse et à vitesse réduite, par comparaison avec sa vitesse dans la direction du courant d'air primaire sortant de la surface de la grille de poussée.
  2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le courant d'air primaire s'écoule par des tubes (16), soudés dans la plaque (1 à 4) de grille et qui dépassent la surface de la plaque de grille et sont fermés dans le haut en forme de chapeaux, cependant qu'ils présentent des fentes latérales (19), s'étendant de biais vers le haut, vers le bas ou horizontalement, de sorte que l'air primaire sortant par ces fentes (19) s'écoule de manière diffuse dans la matière en combustion et contribue dans celle-ci à créer une pénétration homogène de l'air, avec une vitesse de pénétration lente de celui-ci.
  3. Procédé suivant une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le courant d'air primaire, après être sorti de la surface de la grille à poussée, arrive sur des tôles de guidage (10) en forme d'étriers, disposées au-dessus d'embouchures en forme de trous longs s'étendant dans le sens de la poussée et formant un arc au-dessus de ces embouchures, cependant que le courant d'air primaire sortant de chaque embouchure est divisé et dévié sur la tôle de guidage (10) qui s'y trouve, de sorte que l'air primaire s'écoule de manière diffuse dans la matière en combustion et contribue dans celle-ci à créer une pénétration homogène de l'air, avec une vitesse de pénétration lente de celui-ci.
  4. Plaque de grille pour une grille de combustion à poussée, refroidie par eau et destinée à la combustion de matières solides, constituée par un corps creux (1 à 4), qui peut être traversé par des courants et comporte des tubulures de raccordement pour l'alimentation en eau de refroidissement et son évacuation ainsi que des canaux (9) d'alimentation en air primaire traversant de bas en haut la plaque de grille, caractérisée en ce qu'au-dessus des embouchures de ces canaux (9) d'alimentation en air primaire placées sur la face frontale de plaque il est disposé sur la surface de la plaque de grille des éléments de guidage (10, 12, 13, 14, 16), sur lesquels l'air primaire sortant des embouchures est destiné à arriver.
  5. Plaque de grille suivant la revendication 4, caractérisée en ce que les éléments de guidage (16) sont constitués de telle sorte que des tubes (16) à section transversale en forme de trous longs (17), qui sont fermés à une extrémité et forment à cet endroit un chapeau arrondi (18), sont, à leur extrémité ouverte, dirigés vers le bas, insérés dans des trous longs correspondants (17) pratiqués dans les tôles supérieure et inférieure de la plaque de grille et soudés jointivement dans ces trous longs, cependant que ces tubes dépassent, par leur extrémité (18) disposée du côté du chapeau, la surface de la plaque de grille et que, des deux côtés du tronçon dépassant la plaque de grille, ils présentent, au-dessous des chapeaux (18), dans les zones planes, des fentes (19), qui mènent, dans le tube (16), de l'intérieur vers l'extérieur et sont dirigées vers le bas, vers le haut ou horizontalement.
  6. Plaque de grille suivant la revendication 4, caractérisée en ce qu'au-dessus des embouchures des canaux (9) d'alimentation en air primaire sont soudés, sur l'avant de la plaque, des éléments de guidage constitués par des tôles de guidage (10) en forme d'étriers ou des fers plats (12) dépassant suivant un angle oblique les embouchures et sur lesquels l'air primaire sortant des embouchures est destiné à arriver.
  7. Plaque de grille suivant la revendication 4, caractérisée en ce que le long de l'arête avant de la plaque de grille il est soudé sur la plaque une tôle d'acier (13) en dents de scie, dont chaque dent dépasse une embouchure des canaux d'alimentation en air primaire et sur laquelle l'air primaire sortant des embouchures est destiné à arriver.
  8. Plaque de grille suivant la revendication 4, caractérisée en ce qu'au-dessus des embouchures circulaires des canaux (9) d'alimentation en air primaire sont disposés des éléments de guidages en forme de chapeaux (14) d'embouchures ou de buses, qui

présentent des trous radiaux (15) pour la diffusion de l'air primaire qui arrive.

9. Grille de combustion à poussée et en escalier, refroidie par eau, pour la combustion de matières solides, constituée de plaques de grille (1 à 4) reposant les unes sur les autres, suivant une des revendications 4 à 8, caractérisée en ce que chaque gradin de grille est composé d'une ou plusieurs de ces plaques de grille (1 à 4). 5 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

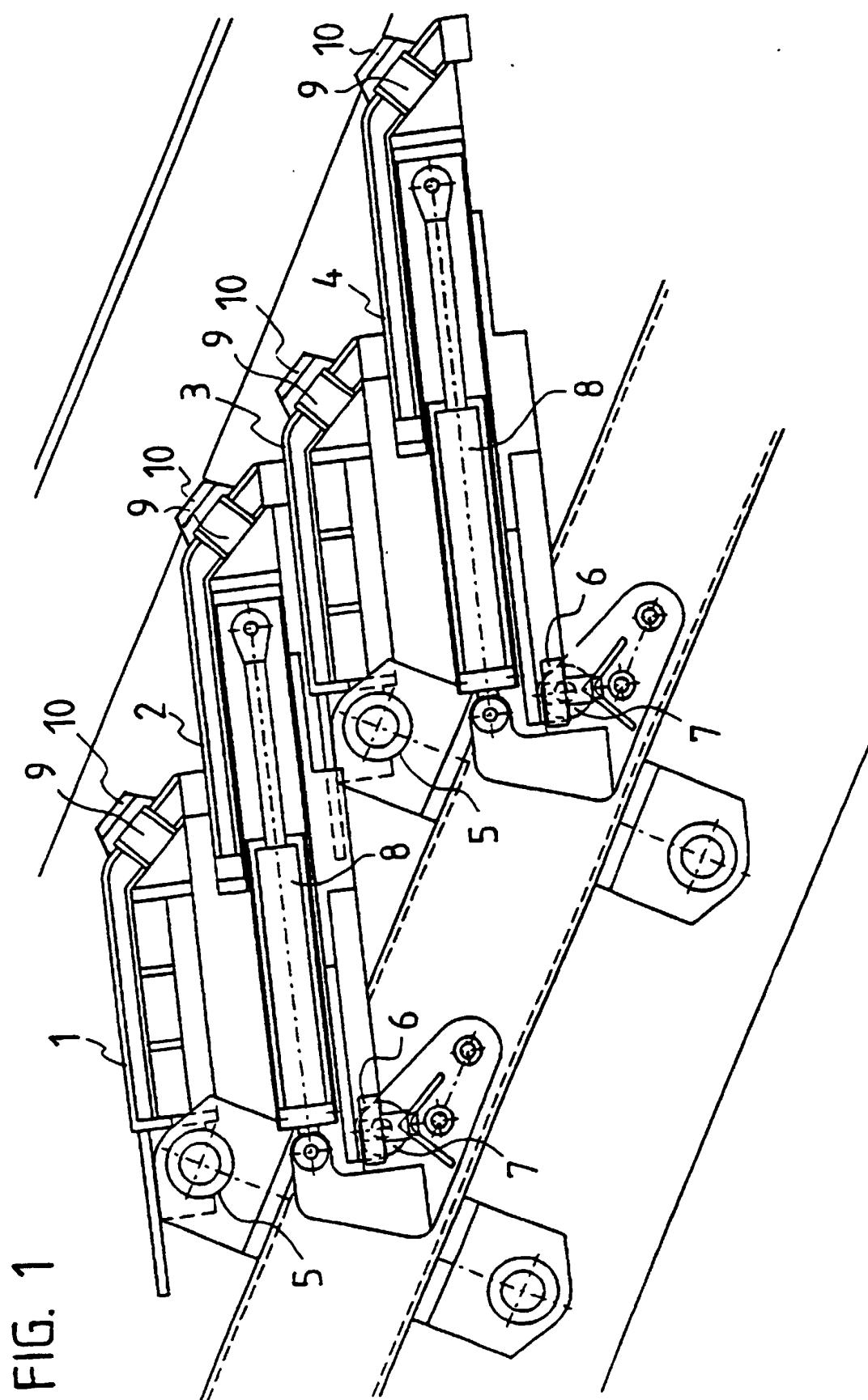


FIG. 2

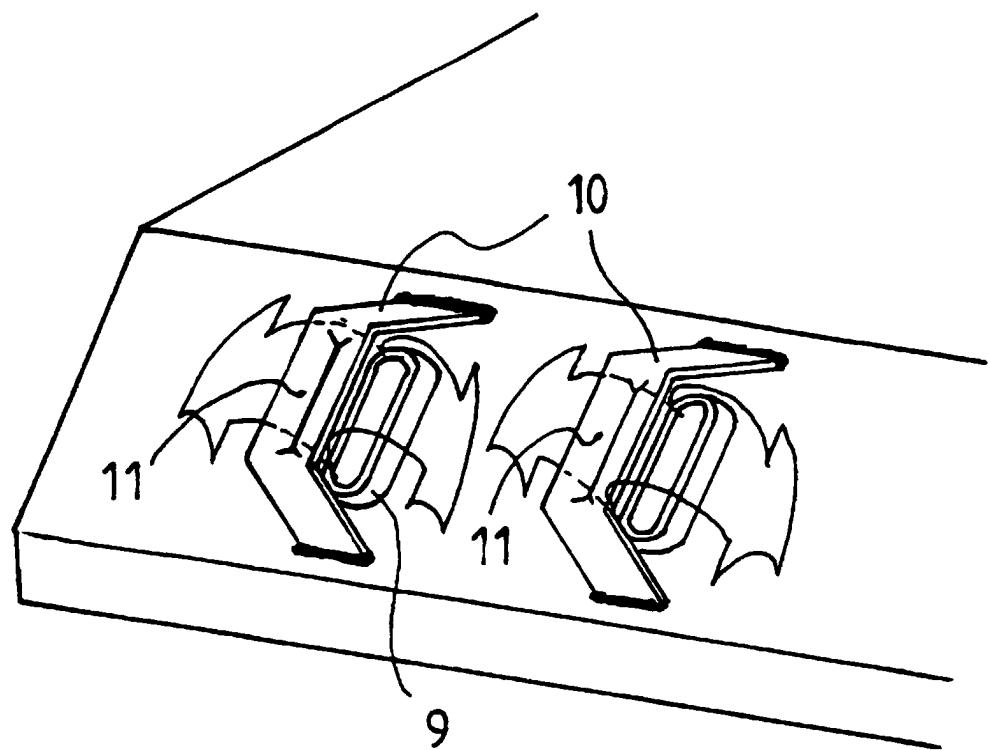


FIG. 3

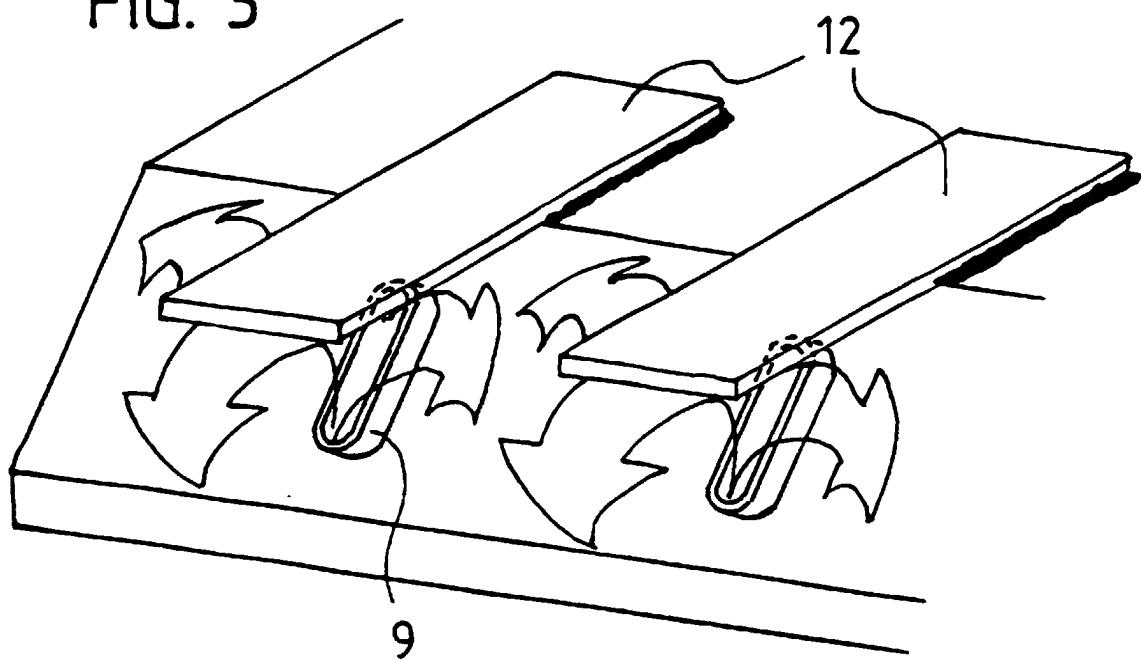


FIG. 4

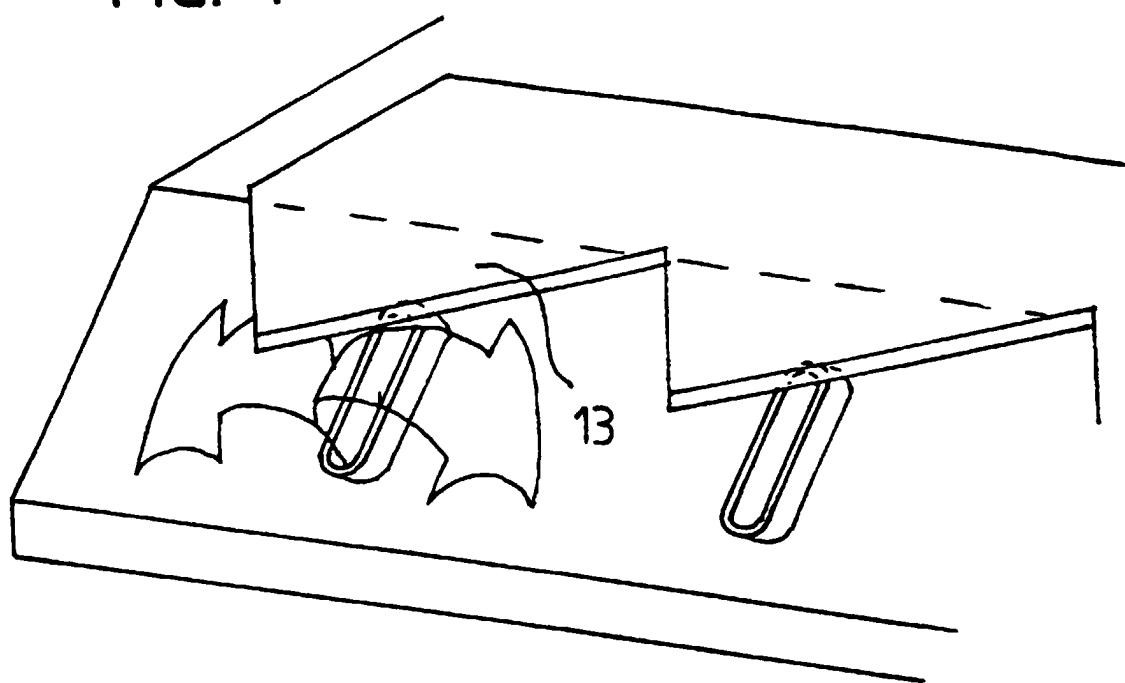


FIG. 5

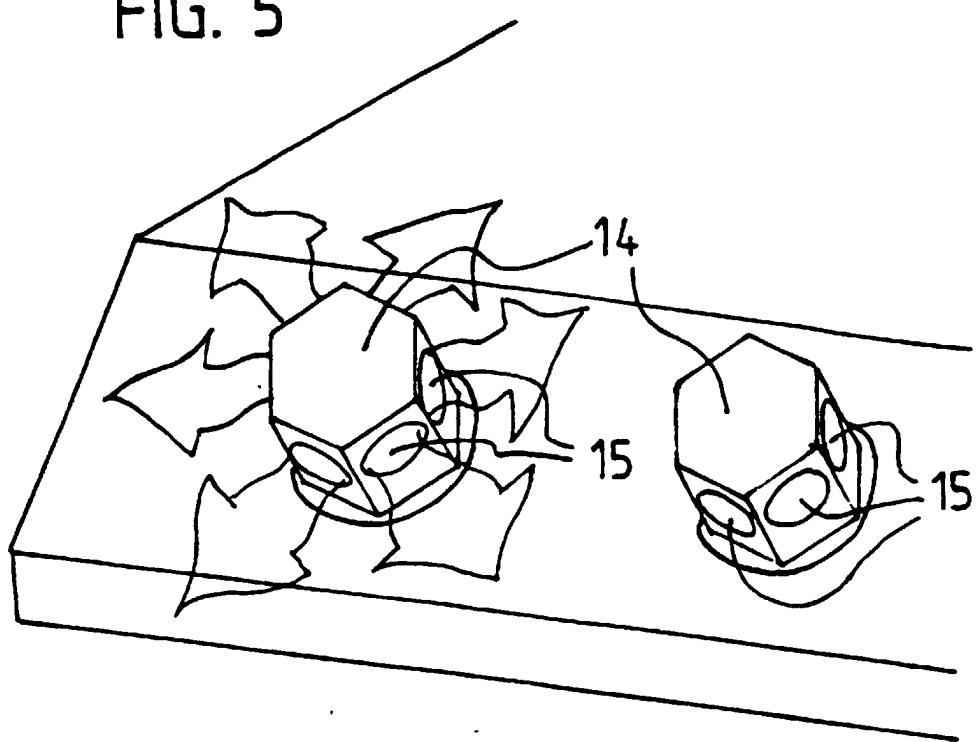


FIG. 6

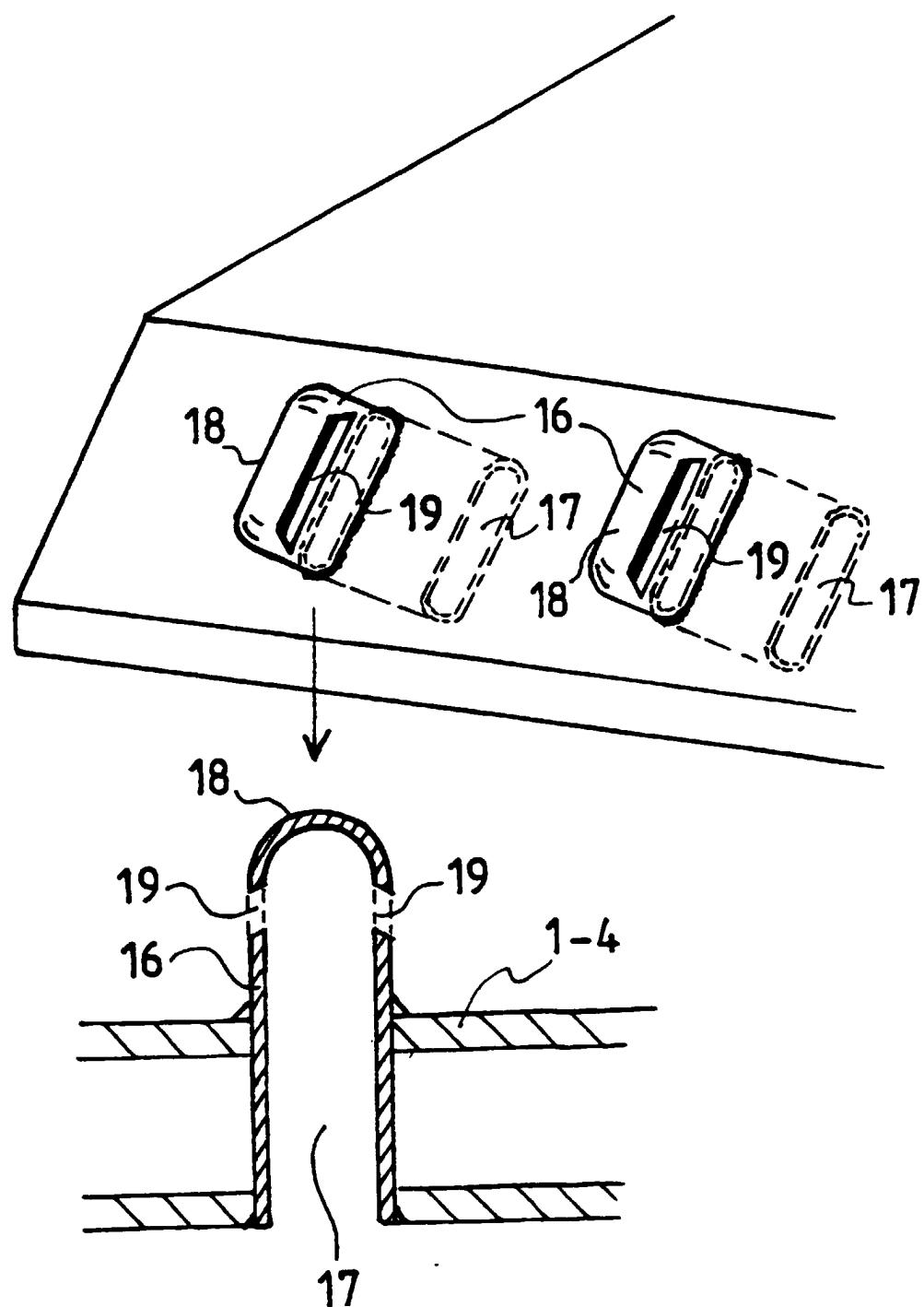


FIG. 7

