



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 097 332  
A2

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 83105890.4

Int. Cl.<sup>3</sup>: F 28 C 3/16

Anmeldetag: 16.06.83

Priorität: 19.06.82 DE 3223047

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
04.01.84 Patentblatt 84/1

Benannte Vertragsstaaten:  
CH FR GB LI NL SE

Anmelder: Johannes Möller Hamburg GmbH & Co. KG  
Schillerstrasse 43  
D-2000 Hamburg 50(DE)

Erfinder: Möller, Hermann, Dr. Ing.  
Klövensteenweg 66  
D-2000 Hamburg 56(DE)

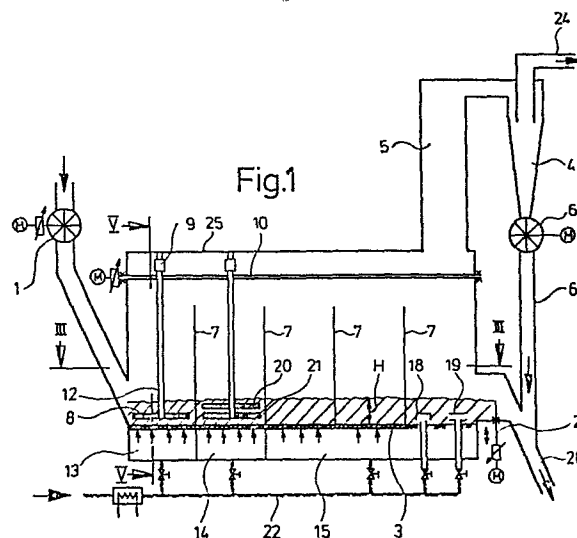
Erfinder: Pust, Jürgen  
Gerhard-Hauptmann-Platz 12  
D-2000 Wedel/H.(DE)

Erfinder: Grabler, Gert  
Gerdauring 29, b  
D-2000 Hamburg 92(DE)

Vertreter: Minetti, Ralf, Dipl.-Ing.  
Ballindamm 15  
D-2000 Hamburg 1(DE)

Wirbelschicht-Wärmeaustauscher.

Gegenstand der Neuentwicklung bildet ein Wirbelschicht-Wärmeaustauscher für fließfähige Schüttgüter, mit einem Behälter für das Schüttgut, der mit einem luftdruchlässigen Anströmboden (3) versehen ist, sowie mit einer regelbaren Einrichtung für die Gutzuführung. Ein derartiger Wärmeaustauscher findet Anwendung beispielsweise als Kühler für die Asche in einem Kraftwerk. Um einen besonders hohen Wärmeübergang zwischen dem Wirbelgas und dem Schüttgut bei geringen baulichen Abmessungen zu ermöglichen und damit nur eine geringe Verweildauer des Schüttgutes im Wärmeaustauscher ist nach der Erfindung vorgesehen, das über dem Anströmboden (3) Gitterroste (8, 20, 21) angeordnet sind, die drehbeweglich oder horizontal hin- und herbewegbar gelagert sein können. Dafür sind die Gitterroste vorzugsweise gemeinsam mit einer motorisch angetriebenen Welle (10) verbunden, wobei sie auch übereinander liegend angeordnet sein können.



Anm.: Firma Johannes Möller Hamburg  
GmbH & Co. KG

meine Akte: 1013/83

### Wirbelschicht-Wärmeaustauscher

Die Erfindung betrifft einen Wirbelschicht-  
Wärmeaustauscher für fließfähige Schüttgüter,  
mit einem Behälter für das Schüttgut, der mit  
einem luftdurchlässigen Anströmboden versehen  
5 ist sowie mit einer regelbaren Einrichtung für  
die Gutzuführung. Ein derartiger Wirbelschicht-  
Wärmeaustauscher findet Anwendung für eine Wärme-  
rückgewinnung in Verbindung mit der Abkühlung  
eines Schüttgutes oder auch für eine Aufheizung  
10 von einem Schüttgut zum Zwecke seiner leichteren  
Weiterverarbeitung. Insbesondere findet ein sol-  
cher Wärmeaustauscher Anwendung als ein Kühler  
für die Asche in einem Kraftwerk oder für die  
Kühlung eines anderen fluidisierbaren Massengutes  
15 wie eines Baustoffes wie Kalk, Gips oder Zement.  
Der Wärmeaustausch erfolgt dabei durch die  
Durchströmung des Schüttgutes mit einem Gas,  
insbesondere von Luft, das entweder von dem  
heißen Schüttgut aufgeheizt wird und dadurch  
20 die Wärme abführt oder das mit Schüttgut in

heißem Zustand zugeleitet wird, um dieses aufzuheizen.

Das Problem bekannter Wärmeaustauscher liegt in dem Umstand, daß einige Materialien, insbesondere sehr feinkörnige Stoffe, sich weniger zum Fluidisieren eignen, weil sie beim Durchströmen der Luft Agglomerate bilden, die zu einer Klumpenbildung führen. Dadurch bilden sich beim Durchströmen Luftkanäle in dem Fließbett durch welche die Luft hindurchströmt, ohne daß es zu einem gewünschten Wärmeaustausch kommt. Dies tritt insbesondere dann ein, wenn die Schichthöhe der Wirbelschicht relativ groß ist. Wird jedoch eine niedrige Wirbelschichthöhe gewählt, so bedarf es für einen größeren Wärmeaustausch eines relativ großen Behälters.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wirbelschicht-Wärmeaustauscher zu schaffen, der einen besonders hohen Wärmeübergang zwischen Wirbelgas und Schüttgut bei geringen baulichen Abmessungen ermöglicht und damit eine nur geringe Verweildauer des Schüttgutes im Wärmeaustauscher.

Gemäß der Erfindung ist dafür vorgesehen, daß über dem Anströmboden Gitterroste angeordnet sind. Durch derartige Gitterroste wird insbesondere bei der Behandlung von schlecht fließfähigen Massengütern wie Gips, Kalk und ähnlichen Materialien die Ausbildung von Luftkanälen in der Wirbelschicht, durch welche die eingeleitete Luft ohne Aufwirbelung des Materials hindurch strömt verhindert, insbesondere wenn über dem Anströmboden Gitterroste angeordnet sind, die drehbeweglich oder horizontal hin- und herbewegbar gelagert sind und gemeinsam mit einer motorisch angetriebenen Welle verbunden sind, denn durch das Hin- und Herbewegen derartiger Gitterroste über dem Anströmboden in einer horizontalen Ebene läßt sich die Ausbildung der unerwünschten Kanäle in besonders hohem Maße vermeiden. Dabei können auch Gitterroste übereinander angeordnet sein für den Fall, daß die Schichthöhe der Wirbelschicht relativ groß ist. Die Antriebskräfte für die Bewegung der Gitterroste sind in derartigen Fällen relativ klein, da die Wirbelschicht während der Fluidisierung physikalische Eigenschaften hat, die denen einer Flüssigkeit ähnlich sind und damit der Bewegung der Gitterroste nur einen geringen Widerstand entgegen setzt.

Die regelbare Gutentnahmeeinrichtung weist vor-  
teilhafterweise eine höhenverstellbare Stauwand  
auf, die gegebenenfalls durch einen Motor zu  
verstellen ist, um dadurch die Schichthöhe der  
5 Wirbelschicht des Fließbettes und damit auch  
die Verweilzeit des Schüttgutes im Wärmeaus-  
tauscher regeln zu können.

Während der Fluidisierung des Schüttgutes in  
10 der Wirbelschicht tritt regelmäßig auch ein  
Austrag von Feinteilen aus der Gesamtkorn-  
fraktion auf. Um diese nicht in einem Kreis-  
lauf dem Gutstrom in der Wirbelschichtkammer  
wieder zuzuführen, ist nach der Erfindung vor-  
15 gesehen, daß der Behälter am Ausgang mit einem  
Vorentstauber versehen ist, der über eine  
Austragsleitung an eine Förderleitung hinter  
der Gutentnahmeeinrichtung angeschlossen ist,  
so daß die abgeschiedenen Feinteile erst dem  
20 Gutstrom bei oder nach verlassen des Behälters  
wieder zugeführt wird. Dadurch ergibt sich  
auch eine Vorreinigung des Gases, das danach  
einem Filter für seine Endreinigung zugeführt  
werden kann.

Es wurde weiterhin als vorteilhaft erkannt,  
wenn der Behälter unter dem Anströmboden in  
Kammern unterteilt ist, die unterschiedlich  
mit Luft zu beaufschlagen sind. Dadurch läßt  
5 sich beispielsweise am Anfang des Fließbettes  
mehr Luft in das Schüttgut einleiten als am  
Ausgang des Behälters im Hinblick darauf,  
daß am Eingang bzw. am Anfang des Fließbettes  
das Material enger aneinander haftet als im  
10 Verlauf der weiteren Wegstrecke.

Der Anströmboden braucht an sich nicht geneigt  
zu sein, denn wenn an der Eingabeseite des Be-  
hälters mehr Schüttgut eingegeben wird als zu-  
15 vor an der Ausgabeseite ausgetreten ist und  
demzufolge die Höhe des Fließbettes an der  
Eingangsseite größer ist, so fließt das Schütt-  
gut doch entsprechend einer Flüssigkeit auf  
dem horizontalen Boden durch den Behälter.

20 Dennoch kann es nützlich sein, wenn der Boden  
in seiner Neigung verstellbar ist, um bei-  
spielsweise im Bedarfsfalle eine vollständige  
Entleerung des Behälters vornehmen zu können  
oder dem besonderen Grad der Fließfähigkeit

eines Materiales Rechnung tragen zu können.

Ist die Aufheizung oder Abkühlung eines Materials beabsichtigt, das einen verhältnismäßig hohen Anteil an brennbaren Stoffen aufweist, so besteht die Möglichkeit der Verwendung eines inerten Gases bzw. eines nicht brennbaren Gases, das dann im Rückstrom vorzugsweise wieder verwandt wird. Dafür erfolgt zuvor eine Entreini-  
gung und anschließend eine Rückkühlung oder Wiederaufheizung vor erneuter Einleitung in den Behälter.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf eine Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

Figur 1: ein Wirbelschicht-Wärmeaustauscher in schematischer Darstellung;

20

Figur 2: den unteren Teil des Behälters mit schwenkbar gelagertem Anströmboden;

Figur 3: einen Teilquerschnitt vom Behälter mit verschiedenartiger Anordnung von Trennwänden;

25

Figur 4: einen Teilquerschnitt vom Behälter mit gebogenen Trennwänden und

Figur 5: einen Schnitt durch den Behälter mit schwenkbarem Gitterrost;

Der in Figur 1 wiedergegebene Wirbelschicht-Wärmeaustauscher für fließfähige Schüttgüter besitzt einen kastenförmigen Behälter 25, der an der Eingangsseite für das zu fluidisierende Schüttgut mit einer Gutzuführungseinrichtung 1 versehen ist. Diese besitzt ein Schleusenrad über welches das zu bearbeitende Material entsprechend dem Pfeil in den Behälter 25 dosiert zugegeben wird. Das Dosierrad ist von einem Motor "M" regelbar anzutreiben.

Das Schüttgut gelangt auf einen luftdurchlässigen Anströmboden 3, der aus einem porösen Material wie beispielsweise Sintermetall besteht, oder beispielsweise aus einem Gewebe, das zwar Luft durchläßt, jedoch verhindert, daß das Schüttgut durch den Boden hindurch fällt.

Die Schüttguthöhe  $H$  ist einstellbar durch

eine Stauwand 2, die ebenfalls über einen regelbaren Motor M höhenverstellbar ist. Hinter dieser Stauwand 2 befindet sich an der Ausgabeseite des Behälters 25 eine Abförderleitung 26, aus der  
5 das abgekühlte oder aufgeheizte Schüttgut entsprechend dem Pfeil herausgeführt wird für seine weitere Verwendung.

Für die Aufwirbelung des Schüttgutes wird über  
10 eine Sammelleitung 22 Luft in die Kammern unterhalb des Anströmbodens 3 eingeleitet, welche durch den Anströmboden 3 nach oben durchtritt und die Verwirbelung des Schüttgutes hervorruft. Der Raum unter dem Anströmboden 3 ist  
15 in drei Kammern 13, 14 und 15 unterteilt, die von unterschiedlicher Größe sind. Es besteht die Möglichkeit, in der Kammer 13 einen höheren Luftdruck zu erzeugen als beispielsweise in der Kammer 15, um zu Beginn des Fließweges  
20 eine stärkere Auflockerung zu erzielen als sie danach notwendig ist.

Anstelle eines aufgrund seiner besonderen Beschaffenheit luftdurchlässigen Anströmbodens  
25 3 kann dieser auch durchgehend luftundurchlässig

ausgebildet sein und von Rohren durchsetzt sein, welche über dem Boden Düsen 18 und 19 tragen zum Einblasen der Luft, wie es im rechten Teil der Figur 1 beispielsweise dargestellt ist.

5

Da normalerweise beim Durchtritt der Luft durch den Anströmboden 3 die Gefahr besteht, daß sich über dem Anströmboden 3 in dem Schüttgut Kanäle ausbilden, durch welche die Luft ungehindert nach oben durchtritt, d. h. ohne eine besondere Aufwirbelung des Schüttgutes hervorzurufen, ist bei der Ausführung nach Figur 1 vorgesehen, über dem Anströmboden 3 im Eingangsbereich ein horizontal liegendes Lochblech 8 anzuordnen, das in der Art eines Gitterrostes ausgebildet ist und seitlich hin- und herschwenkbar ist. Das Gitterrost 8 hängt dafür an Stangen 12, die an einem Gleitlager 9 befestigt sind und über eine von einem Motor M angetriebene Welle 10 über einen Nocken 11 in eine hin- und hergehende Schwenkbewegung zu versetzen sind, wie es besonders deutlich der Figur 5 zu entnehmen ist.

25

Da bei einer größeren Schütthöhe H auch bei Anordnung eines Lochbleches 8 noch die Mög-

lichkeit gegeben ist, daß sich über diesem unerwünschte Kanäle ausbilden, ist bei der Ausführung nach Figur 1 über dem Boden im Bereich der Kammer 14 die Anordnung von zwei  
5 im Abstand übereinander liegenden Gitterrosten 20 und 21 vorgesehen.

Beim Betrieb des Wärmeaustauschers wird durch das benutzte Gas das Material entweder abge-  
10 kühlt, wenn es heiß ist oder erwärmt, wenn das Material kalt ist und das Gas heiß ist. In beiden möglichen Fällen wird regelmäßig von dem Gas ein feinkörniger Anteil des Schüttgutes mitgenommen. Um diesen Feinkornanteil  
15 abzuschcheiden, ist an der Ausgangsseite des Behälters 25 eine Beruhigungsstrecke in Art eines Steigrohres 5 vorgesehen, das in einem Vorentstauber 4 mündet, der trichterförmig ausgebildet ist. Von diesem Vorentstauber führt  
20 eine Abgasleitung 24 für die Abförderung des Gases ab. Der abgeschiedene feinkörnige Staub wird durch ein als Schleuse 6 ausgebildetes Austragsorgan und eine Austragsleitung 6' hinter dem Ausgang des Behälters in die Abförder-  
25 leitung 26 abgegeben.

Der Behälter 25 ist bei der Ausführung nach Figur 1 durch Leitbleche 7 unterteilt, die sich in dem Behälter im gleichen Abstand zueinander stehend gegenüber stehen und diesen dadurch in gleichgroße und miteinander verbundene Kammer unterteilen, wie es besonders deutlich Figur 3 erkennen läßt. Bei dieser Anordnung besteht jedoch die Gefahr, daß sich beim Durchfluß des Schüttgutes Aufstauungen in den Eckbereichen am Fuß der Leitbleche 7 ergeben. Vorteilhafter ist es deshalb, wenn stattdessen jeweils zwei parallel zueinander stehende jedoch schräg zu den Seitenwänden des Behälters verlaufende Wände 16 vorgesehen werden. Dadurch wird das Schüttgut zick-zackförmig durch den Behälter hindurchgeleitet. Die hinter den Leitwänden 16 liegenden Kammern können ausgenutzt werden für den Durchfluß eines Heiz- oder Kühlmittels, so daß die Leitwände 16 zusätzlich gekühlt oder aufgeheizt werden. Das gilt auch bei der Anordnung entsprechend Figur 4, bei welcher die Leitwände 17 bogenförmig gestaltet sind.



Anm.: Firma Johannes Möller Hamburg  
GmbH & Co. KG

meine Akte: EPA 1013/83

Patentansprüche

1. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher für fließfähige  
Schüttgüter, mit einem Behälter für das Schütt-  
gut, der mit einem luftdurchlässigen Anström-  
boden versehen ist, sowie mit einer regelbaren  
5 Einrichtung für die Gutzuführung, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß über dem Anströmboden (3)  
Gitterroste (8, 20, 21) angeordnet sind.
2. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach Anspruch 1,  
10 dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterroste  
(8, 20, 21) drehbeweglich oder horizontal  
hin- und herbewegbar gelagert sind.
3. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach Anspruch 2,  
15 dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterroste  
(8, 20, 21) mit einer motorisch angetriebenen  
Welle (10) verbunden sind.
4. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder  
20 mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß mehrere Gitterroste (20, 21)

übereinander liegend angeordnet sind.

5. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Gitterroste (8, 21) hintereinander in gleicher Höhe liegend angeordnet sind.
6. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine regelbare Gutentnahme-einrichtung (2) eine höhenverstellbare Stauwand aufweist.
7. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter unter dem Anströmboden (3) in Kammern (13, 14, 15) unterteilt ist, die unterschiedlich mit Luft zu beaufschlagen sind.
8. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anströmboden (3) in seiner Neigung einstellbar ist.

9. Wirbelschicht-Wärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (25) am Ausgang mit einem Vorentstauber (4) versehen ist, der über eine Austragsleitung (1) an eine Förderleitung (26) hinter der Gutentnahmeeinrichtung (2) angeschlossen ist.



Fig.1

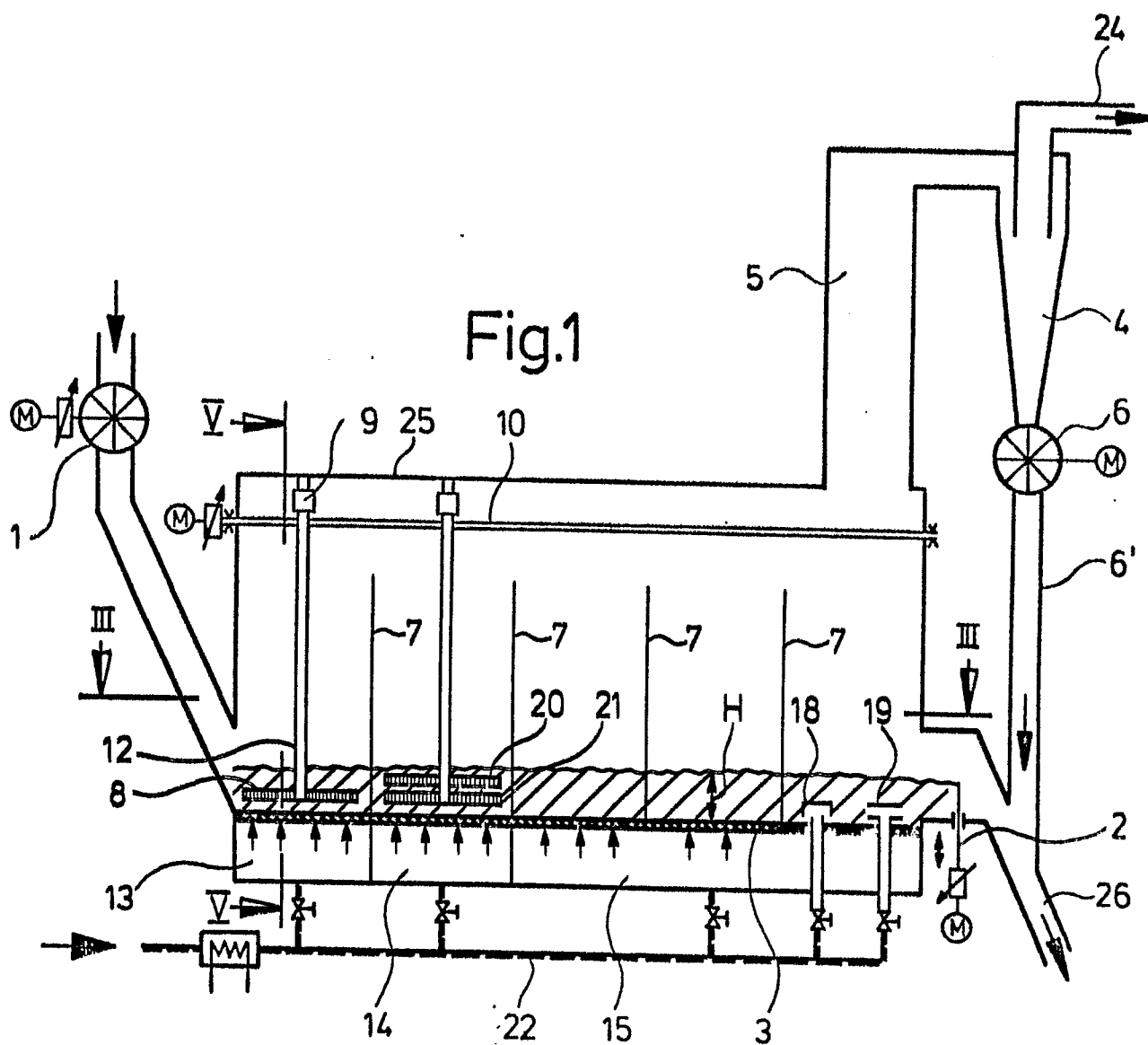


Fig.2

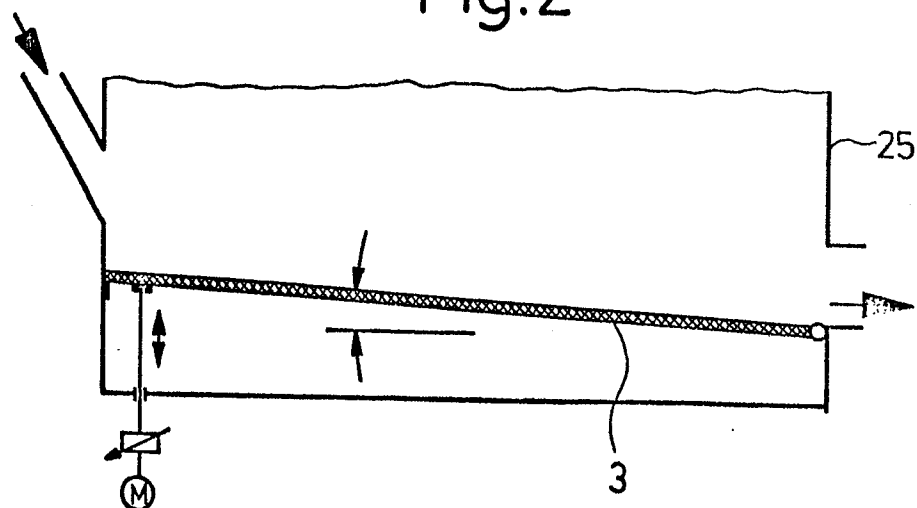


Fig.3

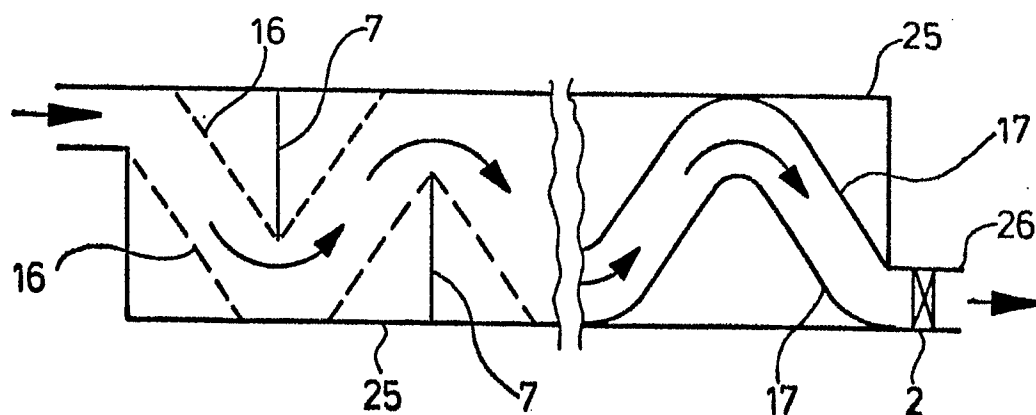


Fig.4

