



**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) **205 077**

Int.Cl.<sup>3</sup> 3(51) B 01 J 8/28  
B 01 J 8/04  
F 27 B 15/00

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 J/ 2397 366

(22) 11.05.82

(44) 21.12.83

- (71) TECHNISCHE HOCHSCHULE "OTTO VON GUERICKE" DD;  
(72) SUENDERMANN, UWE, DR.-ING.; STRUEMKE, MANFRED, PROF. DR.-ING.; GALL, RAINER, DR.-ING.,  
BOYE, HARTWIG, DR.-ING.; DD;  
BORG, LUTZ, DIPL.-ING.; DD;  
(73) siehe (72)  
(74) BUERO F. NEUERERBEWEG. D. TECHN. HOCHSCHULE OTTO VON GUERICKE 3032 MAGDEBURG  
BOLES LAW-BIERUT-PLATZ 5

(54) **EINRICHTUNG ZUR BEHANDLUNG FLIESSFAEHIGER, KOERNIGER FESTSTOFFE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe mit fluiden Medien in mehreren Stufen, beispielsweise in einer Wirbelschicht, insbesondere zur Erzielung eines Stoff- und/oder Wärmetransports, vorzugsweise für kleinere Durchsatzmengen, wobei die einzelnen Stufen von mehreren innerhalb der Einrichtung in bestimmten Abständen übereinander horizontal oder geneigt angeordneten fluiddurchlässigen Zwischenböden gebildet werden. Ziel ist eine Einrichtung, die bei einer vertretbaren Erhöhung des Aufwandes eine Verbesserung der Qualität des Feststoffes ermöglicht und somit einen erweiterten Anwendungsbereich aufweist. Hierzu sollen mittels der Einrichtung reproduzierbare und von außen beeinflussbare Kontaktierungsbedingungen, insbesondere exakt determinierbare Verweilzeiten des Feststoffes in dem fluiden Medium gewährleistet werden. Erfindungsgemäß sind der oder die jeweils eine Stufe bildenden Zwischenböden an einer oder mehreren im wesentlichen vertikal innerhalb der Einrichtung umlaufenden Fördereinrichtungen in Abständen übereinander gelenkig und arretierbar angeordnet. Dabei nehmen der oder die Zwischenböden den gesamten vom fluiden Medium durchströmten Querschnitt ein. Fig. 1

239736 6 1

#### Titel der Erfindung

Einrichtung zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe mit fluiden Medien in mehreren Stufen, beispielsweise in einer Wirbelschicht, insbesondere zur Erzielung eines Stoff- und/oder Wärmetransports, vorzugsweise für kleinere Durchsatzmengen, wobei die einzelnen Stufen von mehreren innerhalb der Einrichtung in bestimmten Abständen übereinander horizontal oder geneigt angeordneten fluiddurchlässigen Zwischenböden gebildet werden.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind bereits Einrichtungen zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe, insbesondere zum Wärmetransport an Schüttgüter bekannt, bei denen das Schüttgut einer schachtförmigen Behandlungseinrichtung kontinuierlich zugeführt, in Teilströme unterteilt und bei gleichzeitiger Sichtung und Klassierung im Gegenstrom gekühlt wird (DE-OS 2 824 140). Die schachtförmige Behandlungseinrichtung ist in mehrere als Kühlkammern wirkende Sektionen unterteilt, in denen gegensinnig geneigte feste Roste angeordnet sind. Die Roste unterteilen ihrerseits die Kühlkammern in übereinanderliegende Stufen, wobei der Ein- bzw. Austritt des Feststoffes in die bzw. aus der mittleren Kühlstufe durch

Ein- bzw. Austragsstellklappen geregelt wird. Beim Einbringen des Schüttgutes fällt dieses auf die Roste der ersten Stufe, wodurch der Schüttgutstrom abgebremst und umgelenkt wird.

Die Eintragsstellklappe befindet sich in geöffneter Stellung, so daß der Feststoff im freien Fall in die mittlere Kühlstufe gelangt und dabei gleichzeitig eine intensive Kontaktierung mit dem entgegenströmenden Kühlgas erfährt. Der Füllvorgang wird durch die Schließung der Eintragsstellklappe abgeschlossen. Der Feststoff rollt nun über die in der mittleren Kühlstufe angeordneten Roste ab bzw. fällt beim Verlassen eines Rostes auf das darunter angeordnete ebenfalls vom Kühlgas durchströmte Rost. Die Austragsstellklappen sind dabei geschlossen. Die sich auf dem untersten Rost der mittleren Kühlstufe ablagernde Feststoffschicht wird zunächst noch vom Kühlgas durchströmt. Hat diese Ruheschicht eine bestimmte Dicke erreicht, wird der Kühlluftstrom umgelenkt und in weiter oben gelegenen Bereichen der mittleren Stufe in die Kühlkammer eingeleitet.

Die Einrichtung hat den Nachteil, daß sie keine exakte Determinierung der Kornverweilzeit in dem fluiden Medium zuläßt. Bei bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise bei Adsorptions- oder Desorptionsprozessen in der pharmazeutischen oder Lebensmittelindustrie, ist die Einhaltung einer nahezu toleranzlosen Verweilzeit des Feststoffes in dem fluiden Medium für die Qualität des herzustellenden Produkts von entscheidender Bedeutung. Dabei muß die Verweilzeit nahezu von allen Feststoffteilchen erreicht und darf möglichst von keinem Feststoffteilchen überschritten werden. Da der Feststoffdurchlauf durch die zwischen Ein- und Austragsstellklappe gelegene Kühlstufe nahezu unbeeinflussbar ist, kann die beschriebene Einrichtung diese Forderungen nicht erfüllen. Zur Realisierung möglichst gleicher Kontaktierungsbedingungen für alle Feststoffteilchen ist eine gleichmäßige Bewegung des Schüttgutes während der Kontaktierung mit dem fluiden Medium erforderlich. Mittels der

bekannten Einrichtung ist das schon deshalb nicht möglich, da der Durchlauf der Feststoffteilchen wegen der schrägen Anordnung der Roste abwechselnd in Phasen des freien Falls und in Phasen des Fließens unterteilt ist. Dadurch ist auch die Ausbildung einer Wirbelschicht nur begrenzt möglich. Ebenso unterliegen die Feststoffteilchen wegen der vorrichtungsbedingt an verschiedenen Stellen erfolgenden Einleitung des Kühlgasstromes einer unterschiedlich langen und auch unterschiedlich intensiven Kontaktierung, was zu deutlichen Qualitätsunterschieden des Feststoffes führt. Außerdem bilden sich innerhalb der Kühlkammern sogenannte Toträume, in denen es zu keiner oder nur zu ungenügender Kontaktierung des Feststoffes mit dem Fluid kommt. Infolge der dadurch bedingten Totzeiten wird das Verweilzeitbild verfälscht. Der Teil der Feststoffcharge, der sich vorwiegend in den Toträumen befand, hat trotz gleicher Verweilzeit wie die übrigen Chargenteile in geringerem Maße an der Kontaktierung teilgenommen und wird demzufolge eine schlechtere Qualität aufweisen. An den vorrichtungsbedingt schachtförmigen Bereichen der Kühlkammern, durch die die Feststoffe im freien Fall in die nächste Kühlstufe oder innerhalb einer Kühlstufe zum nächsten Rost gelangen, besteht die Gefahr des Verstopfens, was einen Stillstand der Anlage zur Folge hat. Auf Grund der genannten Nachteile ist eine erfolgreiche Anwendung der Einrichtung auf solche Prozesse beschränkt, bei denen keine erhöhten Anforderungen an den Ablauf der Kontaktierung, insbesondere die Einhaltung der Verweilzeit gestellt werden bzw. bei denen geringfügige Änderungen der Kontaktierungsbedingungen die Qualität des Feststoffes kaum beeinflussen.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe zu schaffen, die bei einer

ringert. Die Form der Zwischenböden ist abhängig von der Anzahl der Fördereinrichtungen. Werden beispielsweise vier Fördereinrichtungen rechtwinklig zueinander, ein Quadrat bildend, innerhalb der Einrichtung angeordnet, weisen die Zwischenböden eine dreieckige Form auf. Die Bewegung der Fördereinrichtungen muß dann so aufeinander abgestimmt sein, daß sich im vom fluiden Medium durchströmten Bereich jeweils vier Zwischenböden in einer horizontalen Ebene gegenüber stehen und somit eine Stufe bilden. Die Zwischenböden können dabei leicht zur Horizontalen geneigt sein, so daß die Stufe muldenförmig ausgebildet ist. Die gelenkige Befestigung des bzw. der Zwischenböden an der oder den Fördereinrichtungen ermöglicht es, die Baugröße der Einrichtung in vertretbaren Grenzen zu halten. Während die Zwischenböden den vom fluiden Medium durchströmten Schacht der Einrichtung durchlaufen, sind sie gegen ein Herunterklappen gesichert. Beim Erreichen des unteren Umkehrpunktes der Fördereinrichtung klappen der bzw. die jeweiligen Zwischenböden in die Senkrechte und behalten diese Lage bis zum oberen Umkehrpunkt bei. Nach Passieren des oberen Umkehrpunktes richten sie sich wieder selbständig auf und nehmen, gehalten von dafür an der Fördereinrichtung vorgesehenen Anschlägen, die horizontale bzw. leicht zur Horizontalen geneigte Lage ein.

In der erfindungsgemäßen Einrichtung können die Feststoffe in verschiedener Weise mit dem fluiden Medium in Kontakt gebracht werden. Es ist beispielsweise möglich, den Feststoff mit Hilfe des fluiden Mediums zu verwirbeln. Die von den einzelnen Zwischenböden gebildeten Stufen fungieren als ideale Wirbelkammern. Innerhalb dieser Wirbelkammern wird der Feststoff durch das fluide Medium bewegt. Ebenso ist es möglich, den Feststoff in einem Fließbett zu bewegen bzw. ihn als ruhende Schüttschicht im Festbett der Kontaktierung auszusetzen. Die Einrichtung ermöglicht die Realisierung des idealen Gegenstromprinzips, was insbesondere für die ruhende Schüttschicht vorteilhaft ist. Eben-

vertretbaren Erhöhung des Aufwandes eine Verbesserung der Qualität des Feststoffes ermöglicht und somit einen erweiterten Anwendungsbereich aufweist.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu entwickeln, mit der reproduzierbare und von außen beeinflussbare Kontaktierungsbedingungen, insbesondere exakt determinierbare Verweilzeiten des Feststoffes in dem fluiden Medium gewährleistet werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die jeweils eine Stufe bildenden Zwischenböden an einer oder mehreren im wesentlichen vertikal innerhalb der Einrichtung umlaufenden Fördereinrichtungen in Abständen übereinander gelenkig und arretierbar angeordnet sind. Dabei nehmen der oder die Zwischenböden den gesamten vom fluiden Medium durchströmten Querschnitt ein.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht eine gezielte Einflußnahme auf den Kontaktierungsprozeß des Feststoffes mit dem fluiden Medium. Der Feststoff unterliegt in dieser Einrichtung einer Zwangsführung, so daß für alle Feststoffteilchen gleiche Verweilzeiten gewährleistet werden können. Außerdem werden durch Änderung der Transportgeschwindigkeit auf einfache Weise unterschiedliche Verweilzeiten erreicht. Da die Zwischenböden den gesamten vom fluiden Medium durchströmten Querschnitt der Einrichtung einnehmen, ist der Feststoff keinerlei zufälligen Kontaktierungsbedingungen, beispielsweise durch freien Fall oder infolge einer Abwanderung in nicht vom fluiden Medium durchströmte Totzonen, ausgesetzt. Durch die Anordnung mehrerer Fördereinrichtungen verringert sich der Abdichtaufwand zwischen den Innenwänden der Einrichtung und den Zwischenböden. Außerdem ist die Gefahr des Verklemmens durch zwischen Innenwand und Zwischenböden geratende Feststoffteilchen wesentlich ver-

Bereich des Reaktionsbehälters 1 ist ein Abzugsschacht 3 für den körnigen Feststoff und eine Zuströmeinrichtung 4 für das fluide Medium vorgesehen.

An der der Aufgabeeinrichtung 2 gegenüberliegenden Wandung des Reaktionsbehälters 1 ist eine Fördereinrichtung 5 angeordnet, die mit ihrem oberen Ende in den oberen Bereich des Reaktionsbehälters 1 hineinreicht. Die Fördereinrichtung 5 besteht aus einem vertikal umlaufenden endlosen Band 6, an dem in bestimmten Abständen übereinander fluiddurchlässige Zwischenböden 7 gelenkig angebracht sind. Die Zwischenböden 7 nehmen den gesamten vom fluiden Medium durchströmten Querschnitt des Reaktionsbehälters 1 ein. Sicherungsbolzen 8 halten die Zwischenböden 7 nach dem Passieren des oberen Umkehrpunktes der Fördereinrichtung 5 in waagerechter Lage, so daß sie über die Aufgabeeinrichtung 2 mit Feststoff beschickt werden können.

Die Beschickung der Einrichtung kann kontinuierlich erfolgen, wobei die Zwischenböden 7 entsprechend der Umlaufgeschwindigkeit der Fördereinrichtung 5 den kontinuierlichen Feststoffstrom in einzelne Kammern 9 aufteilen. Die Höhe der Kammern 9 richtet sich nach dem Abstand der an dem endlosen Band 6 befestigten Zwischenböden 7. Der Feststoff wandert somit innerhalb der Kammern 9 chargenweise durch den Reaktionsbehälter 1. Bei der in Fig. 1 durch Pfeil angedeuteten Umlaufrichtung des Bandes 6 und durch Pfeile gekennzeichneten Strömungsrichtung des fluiden Mediums arbeitet die Einrichtung im Gegenstromprinzip. Entsprechend der Intensität des Fluidstromes kann der Feststoff verwirbelt, in einen Fließzustand versetzt oder als ruhende Schüttschicht durch den Reaktionsbehälter 1 geführt werden. Beim Erreichen des unteren Umkehrpunktes der Fördereinrichtung 5 klappt der jeweilige Zwischenboden 7 ab, wodurch der Feststoff auf Grund einer Schwerkraft die Einrichtung durch den Abzugsschacht 3 verläßt. Die wieder aufwärts geführten Zwischenböden 7 behalten ihre senkrechte Lage bis zum oberen Umkehrpunkt bei. Anschließend richten sie sich erneut auf, werden von den Sicherungsbolzen 8 in

so läßt sich mit dieser Einrichtung auf einfache Weise das Gleichstromprinzip verwirklichen.

Bei Anwendung des Gleichstromprinzips kann mit dem Kontaktierungsprozeß gleichzeitig eine Förderaufgabe vorteilhaft verbunden werden.

Die Einrichtung kann sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich beschickt werden. Der Austrag erfolgt bei kontinuierlichem Umlauf der Fördereinrichtung kontinuierlich. Ein entscheidender Vorteil der Einrichtung besteht außerdem in dem relativ geringen Regelaufwand. Alle erforderlichen Kontaktierungsbedingungen lassen sich auf einfache Weise über das pneumatische Regime des fluiden Mediums und die Umlaufrichtung bzw. die Geschwindigkeit der Fördereinrichtung realisieren.

#### Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung des Querschnittes durch eine nach dem Gegenstromprinzip arbeitenden Einrichtung,

Fig. 2: einen Schnitt quer zur Förderrichtung einer mit vier Fördereinrichtungen ausgerüsteten Einrichtung und

Fig. 3: einen Schnitt durch eine nach dem Gleichstromprinzip arbeitenden Einrichtung.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht die Einrichtung aus einem schachtförmigen Reaktionsbehälter 1, dessen Querschnitt in seinem oberen und unteren Bereich deutlich erweitert ist. Der obere Bereich nimmt eine Aufgabereinrichtung 2 auf, durch die die Feststoffe eingefüllt werden. Ebenso ist in diesem Bereich der Austritt des fluiden Mediums vorgesehen. Im unteren

waagerechter Lage gehalten und kurz nach Beginn der Abwärtsbewegung mit Feststoff beaufschlagt.

Sind, wie in Fig. 2 angedeutet, vier Fördereinrichtungen 5 angeordnet, weisen deren Zwischenböden 7 eine dreieckige Form auf.

In der in Fig. 3 dargestellten Einrichtung wird das Gleichstromprinzip für eine Wirbelschicht verwirklicht. In einem Reaktionsbehälter 10 ist die bereits in Fig. 1 gezeigte Fördereinrichtung 5 vertikal angeordnet. Im unteren Bereich des Reaktionsbehälters 10 ist eine Aufgabeeinrichtung 11 angeordnet, die mit einer Zellradschleuse 12 versehen ist. Ein Abzugsschacht 13 ist auf der der Aufgabeeinrichtung 11 gegenüberliegenden Seite des Reaktionsbehälters 10 angeordnet. Die Umlaufrichtung der Fördereinrichtung 5 und die Strömungsrichtung des fluiden Mediums wurden durch Pfeile angedeutet.

Die in Figuren 1 und 3 dargestellten Ausführungen von Reaktionsbehälter 1 bzw. 10 lassen sich auch in einer einzigen Ausführungsform realisieren. Dabei müssen die jeweils nicht benötigten Aufgabeeinrichtungen 2 bzw. 11 und Abzugsschächte 3 bzw. 13 verschlossen werden.

### Erfindungsanspruch

Einrichtung zur Behandlung fließfähiger körniger Feststoffe mit fluiden Medien in mehreren Stufen, beispielsweise in einer Wirbelschicht, insbesondere zur Erzielung eines Stoff- und/oder Wärmetransports, vorzugsweise für kleinere Durchsatzmengen, wobei die einzelnen Stufen von innerhalb der Einrichtung in bestimmten Abständen übereinander horizontal oder geneigt angeordneten fluiddurchlässigen Zwischenböden gebildet werden, gekennzeichnet dadurch, daß die Zwischenböden (7) an einer oder mehreren im wesentlichen vertikal innerhalb der Einrichtung umlaufenden Fördereinrichtungen (5) in Abständen übereinander gelenkig und arretierbar angeordnet sind und der oder die jeweils eine Stufe bildenden Zwischenböden (7) den gesamten vom fluiden Medium durchströmten Querschnitt einnehmen.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

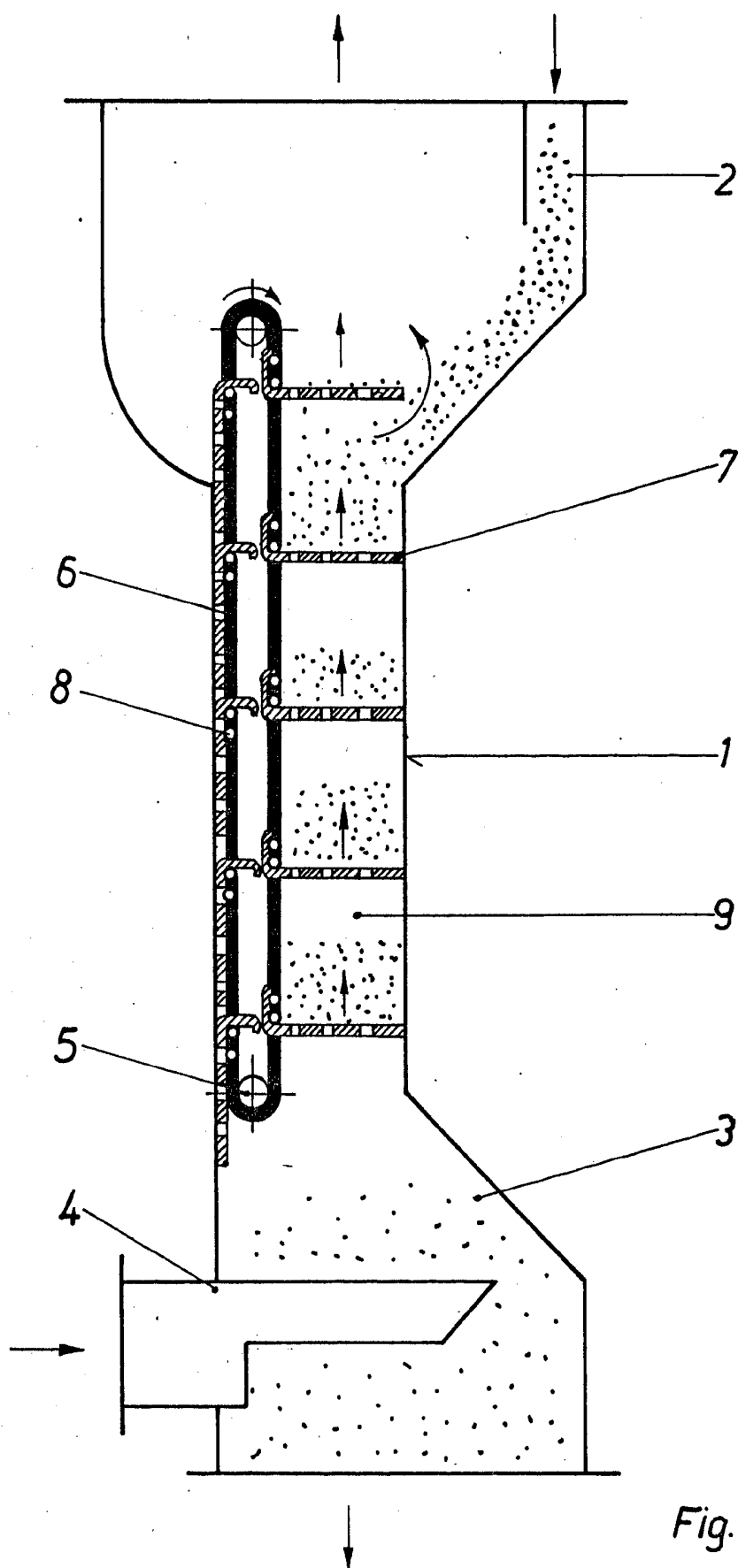


Fig. 1

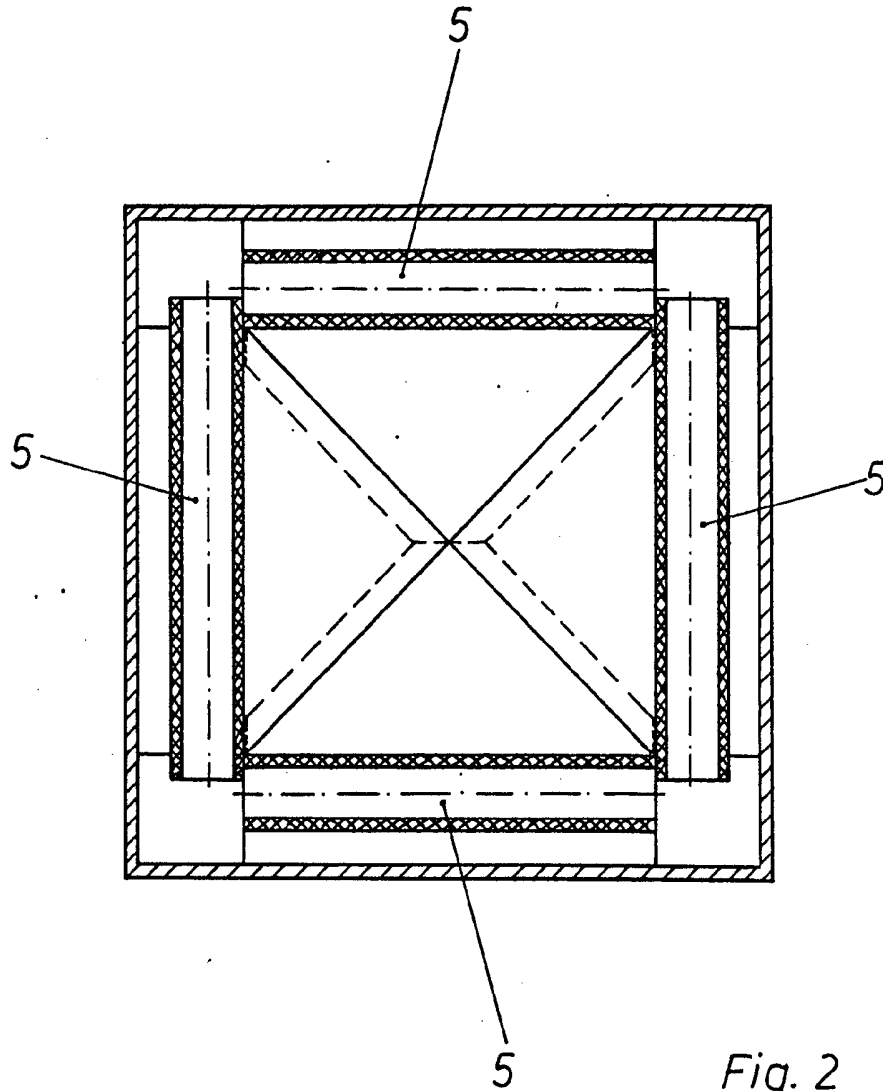


Fig. 2

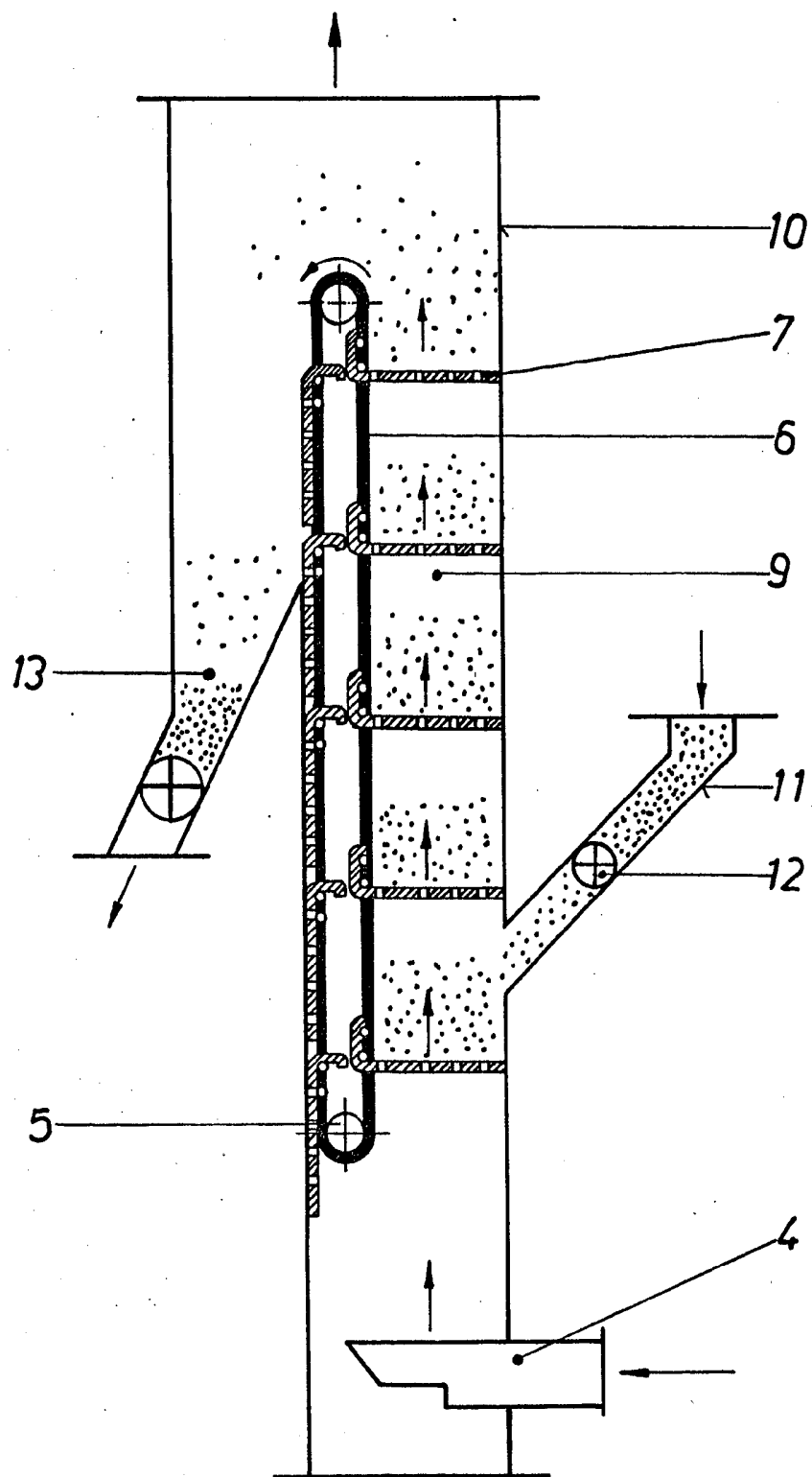


Fig. 3