



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 232 475 A1

4(51) B 65 G 65/30

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 65 G / 263 166 6

(22) 18.05.84

(44) 29.01.86

(71) VEB Zementanlagenbau Dessau, 4500 Dessau, Brauereistraße 13, DD

(72) Wellmann, Peter, Dipl.-Ing., DD

(54) Silo für feinkörnige Schüttgüter mit pneumatischem Austrag

(57) Die Erfindung betrifft ein Silo für feinkörnige Schüttgüter mit Austrag des Materials mittels Druckluft durch Förderrohrleitungen. Ziel der Erfindung ist es, den Austrag des Schüttgutes aus dem Silo und seine Zuführung zu nachgeschalteten Verfahrensstufen mit geringerem Investitionsaufwand und Energiebedarf zu ermöglichen. Hierzu war als Aufgabe die technische Funktion der Siloeinbauten entsprechend zu modifizieren. Gelöst wurde die Aufgabe, indem die Guteinlauföffnung 7 der pneumatischen Förderrohrleitung 6 dicht über den Boden des Gutaslaufbehälters 3 beginnt und der der Guteinlauföffnung 7 gegenüberliegende Bereich des belüfteten Bodens des Auslaufbehälters mit pneumatischen Auflockerungselementen 8 belegt ist, die einen gleichen oder höheren Druckgasdurchsatz haben als die übrigen Auflockerungselemente 4. Fig. 1

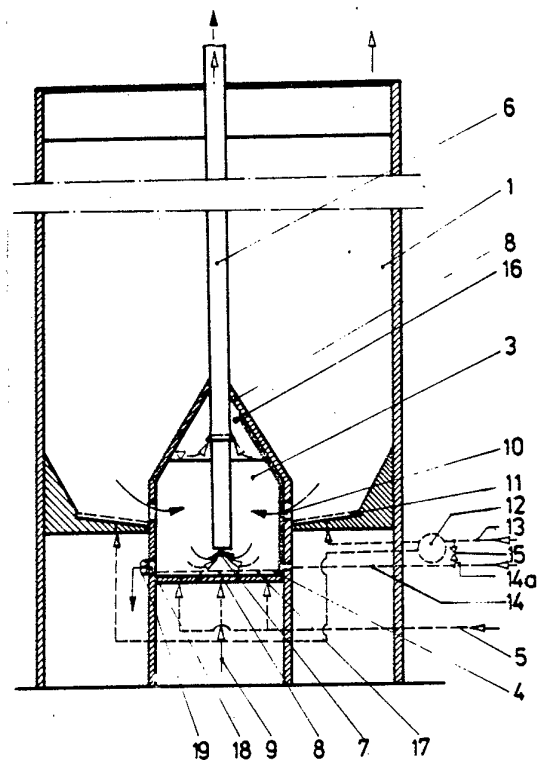


Fig.1

### **Erfindungsanspruch:**

1. Silo für feinkörnige Schüttgüter mit belüftetem Boden, pneumatischem Austrag und einem unter den Siloboden herabgezogenen bodenbelüfteten Zentralfeld, das von einem Druckentlastungskörper überbaut ist, über Zulauföffnungen am Siloboden mit dem Siloraum in Verbindung steht und als Aufgabebehälter für eine pneumatische Fördereinrichtung mit mindestens einer Förderrohrleitung ausgebildet ist, die mit ihrer am Einlaufteil befindlichen Guteinlauföffnung im vorbestimmtem Abstand über dem belüfteten Boden des Siloauslaufbehälters beginnend, vertikal durch den Siloauslaufbehälter, den Druckentlastungskörper und dem Siloraum zu den technologischen Einrichtungen über der Silodecke geführt ist und das Einlaufteil mit der Förderrohrleitung fest verbunden oder durch einen Ringspalt von ihr getrennt und entsprechend den Förderbedingungen gestaltet ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß der der Guteinlauföffnung (7) gegenüberliegende Bereich des belüfteten Bodens des Siloauslaufbehälters (3) mit pneumatischen Auflockerungselementen (8) belegt ist, deren Druckgasdurchsatz gleich oder größer ist als der Druckgasdurchsatz der umliegenden pneumatischen Auflockerungselemente (4) und die Druckgaszufuhr zu diesen pneumatischen Auflockerungselementen (4; 8) vorzugsweise konstant ist und die Druckgaszufuhr zu den pneumatischen Auflockerungselementen (11) im Siloraum (1) durch eine regelungstechnische Koppelung der Druckmeßeinrichtungen (16 und/oder 17) mit der Stelleinrichtung (15) in der Kurzschlußrohrleitung (14a) zwischen der Versorgungsrohrleitung (13) und der Druckgaszuführung (14) in den Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper (2) in Abhängigkeit vom Druck in diesem Hohlraum abgeleitet wird.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß pneumatische Auflockerungselemente (22) am Einlaufteil (20) installiert sind.
3. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß pneumatische Auflockerungselemente (23) an der Guteinlauföffnung (7) bzw. in deren Bereich angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Einlaufteil (20) und der Bereich der Guteinlauföffnung (7) mit einem Rohrmantel (21) konzentrisch umgeben sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft ein Silo für feinkörnige Schüttgüter mit pneumatischem Austrag des Materials mittels Druckluft durch Förderrohrleitungen.

### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Die im praktischen Betrieb angewandte Siloentleerungstechnik besteht darin, das gelagerte, vorzugsweise feinkörnige Schüttgut durch boden- oder wandseitige Öffnungen aus dem Silo durch Schwerkraftwirkung auszutragen. Die Fließfähigkeit des Schüttgutes wird durch pneumatische Auflockerungselemente am Siloboden unterstützt. Zur Entlastung der Siloauslauföffnungen vom Druck der Schüttgutsäule sind über dem Siloboden im Siloinnenraum Druckentlastungskörper installiert. Der Siloboden unter dem Druckentlastungskörper ist unter das Niveau des übrigen Silobodens abgesenkt und bildet so einen Auslaufbehälter, der über Öffnungen im Druckentlastungskörper mit dem Siloinnenraum in Verbindung steht. Aus diesem Siloauslaufbehälter erfolgt der kontrollierte Abzug des Schüttgutes durch Verstellung der Auslaufquerschnitte der bodenseitig angeordneten Austragsöffnungen.

Der Transport des abgezogenen Schüttgutes zu nachfolgenden, technologischen Prozeßstufen, wie beispielsweise Dosiereinrichtung und Vorwärmer einer Zementklinkerbrennanlage nach dem Trockenverfahren, erfordert Vertikalfördereinrichtungen.

Die zur Überbrückung großer Förderhöhen vorzugsweise eingesetzten pneumatischen Senkrechtförderer besitzen einen Aufgabebehälter, der von oben zu beschicken ist. Dementsprechend muß das Silo um die Höhe des Aufgabebehälters angehoben, der Senkrechtförderer in eine Grube gesetzt oder zusätzliche mechanische Höhenförderer zwischengeschaltet werden. In allen Fällen bedeutet dies einen zusätzlichen Aufwand an Investitionskosten sowie erhöhten Bau-, Instandhaltungs- und Wartungsaufwand.

Um diesen Aufwand zu verringern, wurde bereits ein pneumatischer Höhenförderer vorgeschlagen, dessen Aufgabebehälter mittels eines pressenden Förderers, beispielsweise einer Stopfschnecke, durch die Behälterwand unmittelbar über dem Behälterboden, beschickt wird. Als Fördermedium dient Druckluft, die im oberen Bereich des als Druckraum ausgebildeten Behälter sowie zur Fluidisierung des Fördergutes im Bodenbereich zugeführt wird und das Fördergut über die vorzugsweise senkrecht angeordnete Förderrohrleitung abtransportiert.

Zur weiteren Reduzierung des Investitionsaufwandes wurde bereits vorgeschlagen, den Abzug des Schüttgutes aus dem Silo mittels Höhenförderer vorzunehmen, der im Siloinnenraum angeordnet ist. Hierzu ist der Raum unter dem Silo-Druckentlastungskörper als Aufgabebehälter für einen pneumatischen Höhenförderer ausgebildet. Die Förderrohrleitung beginnt mit der Guteinlauföffnung in vorbestimmtem Abstand über dem Boden des Siloauslaufbehälters und führt vertikal, vorzugsweise zentrisch durch den Siloauslaufbehälter, Druckentlastungskörper und Siloraum bis über die Silodecke zu den dort installierten technologischen Einrichtungen. Die Förderluftzuführung erfolgt über eine Treibdüse, die gegenüber der Guteinlauföffnung am Boden des Siloauslaufbehälters installiert ist.

Bei dieser Art der Fördergaszuführung entsteht durch Strömungs- und Beschleunigungswiderstände im Förderrohereintrittsbereich ein hoher Druckverlust und entsprechender Energieaufwand und erfordert die separate Abführung und Entstaubung der zur Bodenbelüftung zugeführten Druckluft.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, die Silotechnik zu entwickeln, daß der Austrag des Schüttgutes aus dem Silo und die Zuführung zu nachgeschalteten Verfahrensstufen mit einer Reduzierung des Investitionsaufwandes und des spezifischen Energiebedarfes erreicht wird.

## **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Siloeinbauten und ihre technische Funktion derart zu modifizieren und zu nutzen, daß der Austrag des Schüttgutes aus dem Silo mit einem geringen technischen Zusatzaufwand ermöglicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem das Förderrohr mit der Guteinlauföffnung seines Einlaufteiles im vorbestimmten Abstand über dem belüfteten Boden des Siloauslaufbehälters beginnt und senkrecht durch den Druckentlastungskörper und den Siloraum zu den technologischen Einrichtungen über der Silodecke geführt ist. Der belüftete Boden des Siloauslaufbehälters ist hierbei mit pneumatischen Auflockerungselementen belegt, die im Bereich gegenüber der Guteinlauföffnung einen gleichen oder höheren Druckgasdurchsatz haben als die umliegenden Auflockerungselemente. Die Gesamtdruckkraftzufuhr zu diesen Auflockerungselementen, zu den pneumatischen Auflockerungselementen im Siloraum und zum Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper ist vorzugsweise konstant, wobei in Abhängigkeit vom Druck im Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper die Druckluftzufuhr zu den Auflockerungselementen im Siloraum vorzugsweise über eine Kurzschlußleitung zum Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper abgeleitet wird.

Um das Einlaufverhalten des Schüttgutes aus dem Siloauslaufbehälter in das Förderrohr zu verbessern bzw. um ein Versacken des Förderrohres beim Luftausfall zu verhindern und ein Wiederauffahren zu erleichtern, sind an der Guteinlauföffnung des Einlaufteiles bzw. in deren Bereich pneumatische Auflockerungselemente angeordnet. Diese können beispielsweise an einem zylindrischen Rohrmantel befestigt sein, der zur Vermeidung von Kurzschlußströmungen des Schüttgutes, das Einlaufteil konzentrisch umgibt.

Im Betriebszustand fließt das Schüttgut bei Belüftung des den Druckentlastungskörper umgebenden Silobodens über pneumatische Auflockerungselemente, die über einen automatisch arbeitenden Druckgasverteiler segmentweise mit Druckluft beaufschlagt werden, dem Siloauslaufbehälter durch Zulauföffnungen in der Stützwand des Druckentlastungskörpers zu. Zur Fluidisierung des im Siloauslaufbehälter aufgestauten Schüttgutes ist der Boden mit pneumatischen Auflockerungselementen belegt, die über Versorgungsrohrleitungen an ein Druckgassystem angeschlossen sind.

Das über die pneumatischen Auflockerungselemente am Siloboden und am Boden des Siloauslaufbehälters sowie über eine vorzugsweise tangentielle Druckgaszuführung im oberen Bereich des Hohlraumes unter dem Druckentlastungskörper zugeführte Druckgas bildet über dem fluidisiertem Schüttgut im Hohlraum des Druckentlastungskörpers ein Druckpolster. Das Schüttgut dringt unter Druck in die Guteinlauföffnung des Einlaufteiles sowie in die in der Rohrwandung des Einlaufteiles enthaltenen Öffnungen ein und steigt im Einlaufteil bis über den Ringspalt und/oder die Wandöffnungen des Einlaufteiles bis in die Förderrohrleitung auf. Durch den Ringspalt und/oder die Wandöffnungen des Einlaufteiles im Übergangsbereich zur Förderrohrleitung strömt aus dem Druckpolster Druckgas in die Förderrohrleitung ein und transportiert das Schüttgut kontinuierlich ab. Durch den Widerstand, den der Einströmquerschnitt dem Druckgas entgegensetzt, stellt sich der Schüttgutspiegel selbsttätig ständig unterhalb der Lufteintrittsöffnungen ein, so daß eine getrennte Gas-Gut-Einschleusung gewährleistet ist.

Zur Vermeidung von Kurzschlußströmungen aus dem Siloraum zur Guteinlauföffnung ist das Einlaufteil im Bereich des Guteinlaufes konzentrisch mit einem Rohrmantel umgeben.

Das Druckniveau im Druckpolster stellt sich in Abhängigkeit vom Druckverlust der Lufteinschleusung in die Förderrohrleitung und dem Druckverlust der Förderströmung zu den nachgeschalteten technologischen Einrichtungen ein. Es wird über Druckmeßeinrichtungen, die im oberen Bereich des Hohlraumes unter dem Druckentlastungskörper und/oder in den Versorgungsrohrleitungen für die Druckgaszufuhr zu den pneumatischen Auflockerungselementen des Siloauslaufbehälters bzw. der Druckgaszuführung zum Hohlraum des Druckentlastungskörpers installiert sind, meßtechnisch ermittelt.

Die Druckmeßeinrichtungen sind mit Stelleinrichtungen in der Versorgungsrohrleitung zum Druckgasverteiler bzw. mit dem vorgeschalteten Druckgaserzeugungssystem und/oder insbesondere mit der Stelleinrichtung in einer Kurzschlußrohrleitung, die vorzugsweise zwischen der Versorgungsrohrleitung zum Druckgasverteiler und Druckgaszuführung zu dem Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper angeordnet ist, regelungstechnisch gekoppelt.

Zur Beeinflussung des Fördervorganges und Einstellung des Förderverhaltens auf bestimmte Betriebszustände der Siloanlage, ist vorzugsweise eine Verstellbarkeit der Lufteinströmquerschnitte in der Förderrohrleitung gewährleistet. Dies erfolgt insbesondere durch Verdreh- oder Verschiebbarkeit des Einlaufteiles gegenüber der Förderrohrleitung. Bei starrer Verbindung des Einlaufteiles mit der Förderrohrleitung erfolgt dies durch ein ein- bzw. aufgesetztes verschieb- oder verdrehbares Rohrsegment.

Eine weitere positive Beeinflussung des Fördervorganges erfolgt durch Anordnung pneumatischer Auflockerungselemente am Einlaufteil und/oder unmittelbar im Einlaufbereich der Guteinlauföffnung, wobei letztere am Rohrmantel angeordnet sein können, der das Einlaufteil konzentrisch umgibt.

Diese pneumatischen Auflockerungselemente verhindern gleichzeitig das sogenannte Versacken der Förderrohrleitung bei Ausfall der Druckluftzufuhr bzw. stellen eine Anfahrhilfe bei Inbetriebnahme des Silos dar.

Der Siloauslaufbehälter ist vorzugsweise in der Wand unmittelbar am Boden und/oder im Boden mit mindestens einer Entleerungsöffnung mit Verschlussorgan ausgerüstet. Im Austragsquerschnitt ist vorzugsweise eine Vorrichtung zur mechanischen Zerkleinerung verdichteter Gutbrocken angeordnet. Der Boden des Siloauslaufbehälters ist zur Entleerungsöffnung hin geneigt ausgeführt. Das durch die Entleerungsöffnungen ausgetragene Gut wird über geeignete Förderer abtransportiert und ausgelagert bzw. dem technologischen System wieder zugeführt.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird am Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen schematisch in

Fig. 1: ein Silo mit pneumatischer Austragsvorrichtung;

Fig. 2: die Anordnung des zylindrischen Rohrmantels;

Fig. 3: das vom Förderrohr getrennte Einlaufteil;

Fig. 4: die Anordnung zusätzlicher pneumatischer Auflockerungselemente im Bereich der Guteinlauföffnung.

Entsprechend Fig. 1 ist im Siloraum 1, insbesondere im Zentrum des Silobodens ein Druckentlastungskörper 2 angeordnet, der den Siloauslaufbehälter 3 zentrisch überbaut. Der Boden des Siloauslaufbehälters 3 ist unter den Siloboden heruntergezogen und mit pneumatischen Auflockerungselementen 4 belegt, die mittels Versorgungsrohrleitung 5 an ein Druckgassystem angeschlossen sind. In vorbestimmtem Abstand über dem Behälterboden beginnt die Förderrohrleitung 6 mit der Guteinlauföffnung 7 des Einlaufteiles 20 und führt zentrisch durch den Siloauslaufbehälter 3, dem Druckentlastungskörper 2 und den Siloraum 1 bis über die Silodecke. Der Bereich des Behälterbodens, der der Guteinlauföffnung 7 direkt gegenüberliegt ist mit pneumatischen Auflockerungselementen 8 mit gleichem oder höherem Druckgasdurchsatz belegt, die über die Versorgungsrohrleitung 5 oder eine separate Versorgungsrohrleitung 9 an ein Druckgassystem angeschlossen sind.

In der Stützwand des Druckentlastungskörpers 2 sind am Siloboden Zulauföffnungen 10 vorhanden. Die ringförmige Silobodenfläche zwischen Druckentlastungskörper 2 und Silowand ist mit pneumatischen Auflockerungselementen 11 belegt, die über einen automatischen arbeitenden Druckgasverteiler 12 mittels Versorgungsrohrleitung 13 an ein Druckgassystem angeschlossen sind. Zwischen der Versorgungsrohrleitung 13 und der zum Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper führenden Druckgaszuführung 14 ist eine zusätzliche Kurzschlußrohrleitung 14a mit dichtschießender Stelleinrichtung 15 verlegt. Druckmeßeinrichtungen 16; 17 sind vorzugsweise im Hohlraum unter dem Druckentlastungskörper 2 bzw. in der Druckgaszuführung zu den pneumatischen Auflockerungselementen 4 des Siloauslaufbehälters 3 angeordnet und regelungstechnisch mit der Stelleinrichtung 15 gekoppelt.

Über dem Boden des Siloauslaufbehälters 3 ist wandseitig mindestens eine verschließbare Entleerungsöffnung 18 enthalten, die im Austragsquerschnitt vorzugsweise mit einer Vorrichtung 19 zur Zerkleinerung verdichteter Gutbrocken versehen ist. Der Boden des Siloauslaufbehälters ist zur Entleerungsöffnung 18 hin geneigt ausgebildet.

In Fig. 2 ist das Einlaufteil 20 mit der Guteinlauföffnung von einem Rohrmantel 21 umgeben, um Kurzschlußströmungen des Schüttgutes im Einlaufbereich des Einlaufteiles 20 zu vermeiden.

Die getrennte Ausführung des Einlaufteiles 20 von der Förderrohrleitung 6 ist in Fig. 3 dargestellt. Hierzu sind auch die Gestaltungsvarianten des Einlaufteiles 20 dargestellt und die Möglichkeit durch achsiale Verschiebung und Verdrehung des Einlaufteiles 20 den Einlaufquerschnitt zwischen Einlaufteil 20 und Förderrohrleitung 6 zu verändern.

Fig. 4 zeigt die Anordnung weiterer pneumatischer Auflockerungselemente 22 und/oder 23 im Einlaufbereich des Einlaufteiles 20, wobei die Auflockerungselemente, die über eine Versorgungsrohrleitung 24 an ein Druckluftsystem angeschlossen sind, an der Wandung des Einlaufteiles 20 und/oder am Rohrmantel 21 beispielsweise unmittelbar vor der Guteinlauföffnung 7 angeordnet sind.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß neben einer Entkomplizierung und Verkürzung des Förderweges die Auflockerungsluft gleichzeitig und vollständig als Förderluft verwendet wird, wodurch neben der Reduzierung des spezifischen Elektroenergiebedarfes für den Austrag des Schüttgutes aus dem Silo und dessen Weitertransport zu den nachfolgenden technologischen Einrichtungen auch der maschinentechnische und bautechnische Aufwand verringert wird.

Zusätzlich entfällt der Investitionsaufwand für die Entstaubung der Siloauflockerungsluft.

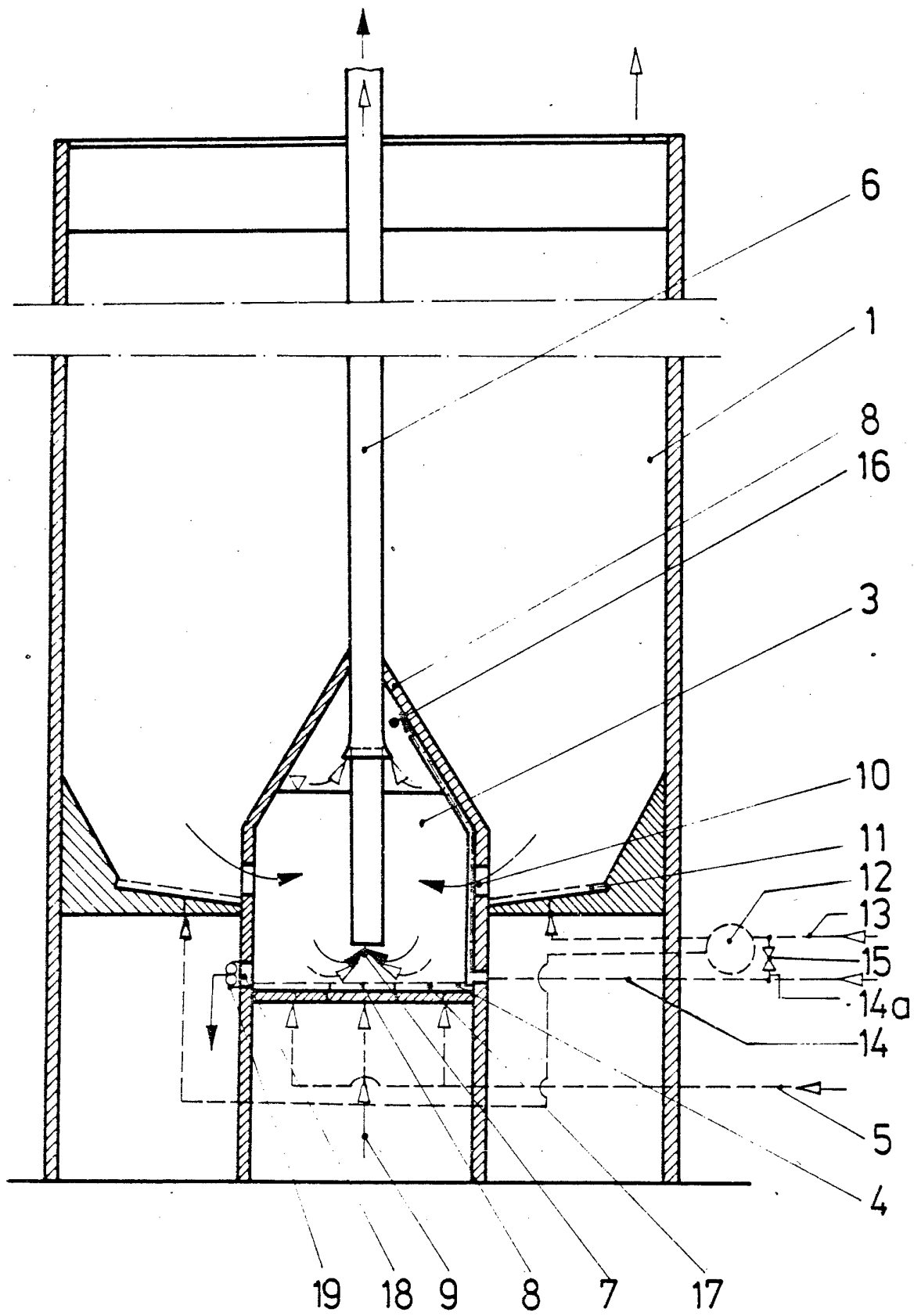


Fig. 1

