

# PATENTSCHRIFT 147 933

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 147 933 (44) 29.04.81 Int. Cl.<sup>3</sup> 3(51) B 65 G 53/40  
(21) WP B 65 G / 218 757 (22) 31.01.80

(71) siehe (72)

(72) Tietze, Günter, Dipl.-Ing.; Kretschmer, Horst, Dipl.-Ing.;  
Viehweg, Hans, Dipl.-Ing.; Barchmann, Lutz; Clausnitzer,  
Eberhard; Schwabe, Jürgen; Göhler, Peter, Dr.-Ing., DD

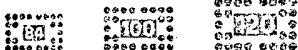
siehe (72)

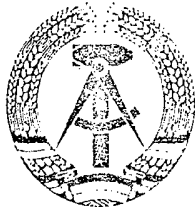
Kurt Sterba, Brennstoffinstitut Freiberg, 9200 Freiberg,  
Halsbrücker Straße 34

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung bei der  
Feststoff-Strömungsförderung

(57) Anwendungsgebiet ist die Strömungsförderung von Schüttgut, insbesondere für die Zuteilung staubförmiger Brennstoffe zu Druckvergasungsreaktoren und -brennkammern. Ziel ist eine stetige Förderung und Dosierung hoher Zuverlässigkeit bei minimalem Trägergasbedarf. Dazu ist ein durch Trägergas fluidisierter Feststoff aus einem Behälter über einen mit axial verstellbaren Schließkörper versehenen Einlauftrichter und eine Förderleitung einer Verbrauchsstelle so zuzuleiten, daß störungsfreier, stetiger, trägheitsarm regelbarer Feststoffmassenstrom hoher Feststoffkonzentration und rasche In- und Außerbetriebnahme gewährleistet sind. Stromaufwärts der Dichtlinie zwischen Schließkörper und Innenwand des Einlauftrichters wird ein über dessen Umfang verteilter, spitzwinklig zur Innenwand ausgerichteter Steuergasstrom eingeblasen. Der Feststoffstrom wird durch Verstellen des Schließkörpers und/oder des Steuergasstromes geregelt. Ein weiterer Steuergasstrom stromabwärts der Dichtlinie dient als Starthilfe. Die Öffnungen zum Einblasen der Steuergasströme werden bevorzugt als umlaufende Ringspalte ausgeführt. Eine weitere Ausführungsform ist durch Verwendung ventilartiger Absperrlemente gekennzeichnet, die nur bei Anlegen eines Steuergasdruckes einen Ringspalt freigeben.  
- Fig.1 -

25 Seiten





# PATENTSCHRIFT 147 933

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 147 933 (44) 29.04.81 Int. Cl.<sup>3</sup> 3(51) B 65 G 53/40  
(21) WP B 65 G / 218 757 (22) 31.01.80

(71) siehe (72)

(72) Tietze, Günter, Dipl.-Ing.; Kretschmer, Horst, Dipl.-Ing.;  
Viehweg, Hans, Dipl.-Ing.; Barchmann, Lutz; Clausnitzer,  
Eberhard; Schwabe, Jürgen; Göhler, Peter, Dr.-Ing., DD

Zur PS Nr. *147.933* .....

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise *bestätigt* ~~erhöhen~~ gem. § 6 Abs. 1 d. Änd. Ges. z. Pat. Ges.)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung bei der  
Feststoff-Strömungsförderung

(57) Anwendungsgebiet ist die Strömungsförderung von Schüttgut, insbesondere für die Zuteilung staubförmiger Brennstoffe zu Druckvergasungsreaktoren und -brennkammern. Ziel ist eine stetige Förderung und Dosierung hoher Zuverlässigkeit bei minimalem Trägergasbedarf. Dazu ist ein durch Trägergas fluidisierter Feststoff aus einem Behälter über einen mit axial verstellbaren Schließkörper versehenen Einlauftrichter und eine Förderleitung einer Verbrauchsstelle so zuzuleiten, daß störungsfreier, stetiger, trägheitsarm regelbarer Feststoffmassenstrom hoher Feststoffkonzentration und rasche In- und Außerbetriebnahme gewährleistet sind. Stromaufwärts der Dichtlinie zwischen Schließkörper und Innenwand des Einlauftrichters wird ein über dessen Umfang verteilter, spitzwinklig zur Innenwand ausgerichteter Steuergasstrom eingeblasen. Der Feststoffstrom wird durch Verstellen des Schließkörpers und/oder des Steuergasstromes geregelt. Ein weiterer Steuergasstrom stromabwärts der Dichtlinie dient als Starthilfe. Die Öffnungen zum Einblasen der Steuergasströme werden bevorzugt als umlaufende Ringspalte ausgeführt. Eine weitere Ausführungsform ist durch Verwendung ventilartiger Absperrlemente gekennzeichnet, die nur bei Anlegen eines Steuergasdruckes einen Ringspalt freigeben.  
- Fig.1 -

25 Seiten



218757 - 1 -

Titel

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung bei der Feststoff-Strömungsförderung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Feststoff-Massenstromes bei der Strömungsförderung von Schüttgut, das in einem Trägergas suspendiert ist, insbesondere zur Gewährleistung und Beherrschung von Feststoff-Trägergas-Strömen mit sehr großer Feststoff-Konzentration und sehr hoher Konstanz sowie bei der Strömungsförderung in Systemen unter hohem Druck. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Zuteilung staubförmiger Brennstoffe für Vergasungsreaktoren und Feuerungen unter hohem Druck, beispielsweise unter einem Druck zwischen 1 und 5 MPa.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine bekannte Ausführungsform für die Strömungsförderung körniger oder staubförmiger Feststoffe ist dadurch charakterisiert, daß der Feststoff in einem Behälter eingebracht wird, durch Einführung eines gasförmigen Mediums (Trägergas) in diesem Behälter fluidisiert wird und unter der Wirkung eines im Behälter herrschenden Überdruckes über eine Förderleitung als Suspension in einem Trägergas der Verbraucherstelle zufließt. Vielfach ist der in der fluidisierten Feststoff-Schüttung befindliche Einlauf in die Förderleitung als ein sich in

Förderrichtung konisch verjüngender Einlauftrichter ausgebildet. Es ist bekannt, den Einlauftrichter durch einen axial verstellbaren konvexen Schließkörper, z.B. durch einen Dorn, verschließbar zu gestalten. Es ist weiter bekannt, zur Verbesserung der Stabilität der Förderung durch eine zentrale Düse einen "Treibgasstrahl" in Richtung der Feststoff-Förderung in den Einlauf der Förderleitung einzublasen, was allerdings die Verwendung des axial verstellbaren, konvexen Schließkörpers hindert. Es ist schließlich eine Anordnung bekannt, bei der das Treibgas durch eine ringförmige Düse achsparallel entlang der Innenwand der Förderleitung eingeblasen wird, allerdings in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Einlauftrichter. Bei dieser Anordnung ist der Durchmesser der Förderleitung größer als der kleinste Durchmesser des Einlauftrichters, doch ist das Verschließen des Einlauftrichters mit einem axial verstellbaren Schließkörper möglich (DD-WP B 65G/76 940)

Eine Regelung des Feststoff-Massenstromes ist bei diesen bekannten Verfahren und Einrichtungen in gewissem Umfang durch Verändern des Behälterdruckes bzw. der Druckdifferenz zwischen Behälter und Verbraucherstelle, durch Verändern der Treibgasmenge oder durch Veränderung der zur Fluidisierung in den Behälter eingeblasenen Gasmenge möglich.

Die bekannten Ausführungsformen der Strömungsförderung dienen fast ausschließlich der Überführung von Schüttgut über Entfernungen bis zu einigen hundert Metern in einem drucklosen Auffangbehälter. Abhängig vom Strömungswiderstand der Feststoff-Gas-Suspension in der Förderleitung und des geodätischen Höhenunterschiedes herrschen dabei am Beginn der Förderleitung Drücke bis zu maximal 0,4 MPa. Das Beladungsverhältnis, das

Verhältnis von Feststoffmasse zu Volumen des Trägergases, liegt am Beginn der Förderleitung in einer Größenordnung bis  $50 \text{ kg/m}^3$ , so daß sich der Terminus Dünnstrom-Förderung eingebürgert hat. Die Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Förderstromes sind verhältnismäßig gering. Beispielsweise aus den Patentschriften DD-AP 127 904, DT-OS 25 54 565 und DD-WP 201 064 ist bekannt, das Prinzip der Strömungsförderung von staubförmigen Feststoffen, suspendiert in einem Trägergas, für die Zuteilung und Dosierung staubförmiger Brennstoffe bei der Kohlenstaubvergasung unter hohem Druck zu nutzen. Mit Rücksicht auf Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Vergasung sind dabei folgende Forderungen an das Zuteilsystem zu stellen:

- hohe Gleichmäßigkeit des Feststoffstromes;
- gute Regelbarkeit des Feststoffstromes;
- Beherrschung von Gegendrücken zwischen 1 und 5 MPa und mehr am Ende der Förderleitung bei Eintritt in den Vergasungsreaktor;
- minimaler Zeitbedarf für das Erreichen stabiler und konstanter Mengenströme beim Start des Prozesses.

Insbesondere bei hohen Gegendrücken sind zur Minimierung des Trägergasbedarfes sehr hohe Beladungsverhältnisse, beispielsweise zwischen 200 und  $600 \text{ kg Kohlenstaub je m}^3$  Trägergas erwünscht, wobei sich bei solchen Werten die Feststoffkonzentration der Suspension den Werten einer losen, ruhenden Schüttung nähert.

Es ist bekannt, den Vorrat an staubförmigem Brennstoff in einem Druckbehälter in eine Wirbelschicht zu überführen, also zu fluidisieren. Über eine Förderleitung wird aus dieser Wirbelschicht ein Staub-Trägergasstrom dem Vergasungsreaktor zugeleitet, wobei der Staubfluß eine Funktion der Dichte der Wirbelschicht und des Differenzdruckes zwischen Behälter und Reaktor ist. Ein Nachteil

ist die Notwendigkeit, das zur Aufwirbelung erforderliche Trägergas nach Austritt aus dem Druckbehälter zu entstauben und zu rekomprimieren.

Es sind zusätzlich spezielle Anordnungen für den Einlauf in die Förderleitung sowie der Einsatz einer Treibgasdüse vor dem Einlauf der Förderleitung und achsgleich dazu bekannt, DD-AP 127 904, ohne daß damit der oben genannte Nachteil behoben ist.

In der Offenlegungsschrift DT-OS 2 554 565 ist eine Zuteileinrichtung für Kohlenstaubvergasungsanlagen beschrieben, bei der ein Teil des Trägergases als Treibgasstrahl vor der Einlauföffnung einer Förderleitung zugeführt wird, ein weiterer Teil zur Auflockerung der Feststoff-Schüttung am Boden des Druckbehälters eingeblasen wird, ohne daß der gesamte Feststoffinhalt des Behälters aufgewirbelt wird und eine Kreislaufführung von Trägergas zur Aufwirbelung erforderlich ist. Eine ausreichend stabile Zuführung von Kohlenstaub zum Vergasungsreaktor mit genügender Gleichmäßigkeit und mit Feststoffkonzentrationen, wie oben gefordert, also im Dichtstrom, wird mit dieser Anordnung nicht erreicht. Es wird vielmehr eine weitere Trägergasmenge, die Hauptmenge, kurz hinter dem Einlauf zusätzlich in die Förderleitung eingeblasen und auf Dünnstromförderung mit hohem Bedarf an Trägergas übergegangen. Es ist schließlich mit DD-WP 201 064 ein Verfahren zur Staubeinspeisung in Kohlenstaub-Vergasungsanlagen unter Druck bekannt, das durch folgende Merkmale charakterisiert ist:

Im Unterteil eines Dosierbehälters wird durch Einblasen von Trägergas eine örtlich begrenzte Wirbelschicht erzeugt. Das zur Aufwirbelung dienende Trägergas fließt zusammen mit dem staubförmigen Brennstoff im dichten Strom über eine Förderleitung, deren Einlauf in die örtlich begrenzte Wirbelschicht eintaucht, dem Vergasungs-

reaktor zu. Die Dosierung des Staubes erfolgt durch Verändern der Trägergasmenge. Mit diesem Verfahren wird ein konstanter, in verhältnismäßig weitem Umfang regelbarer Brennstoffstrom hoher Feststoffkonzentration (beispielsweise  $400 \text{ kg/m}^3$  Trägergas) erreicht. Nachteilig ist jedoch eine verhältnismäßig große Regelträgheit, da jede Veränderung des Brennstoffstromes zum Reaktor durch Verstellen der eingeblasenen Trägergasmenge mit einer Veränderung des Gasdruckes im Dosierbehälter verbunden ist, die lange Totzeiten verursacht. Nachteilig ist weiter, daß beim Start der Brennstoffzuführung zum Reaktor vor allem bei förder-schwierigen Brennstoffen (z.B. Braunkohlenstaub mit faserigen, stengligen Xylittleilchen) leicht Unstetigkeiten im Förderstrom auftreten, die durch Einblasen einer zusätzlichen Menge an Trägergas in die Förderleitung behoben werden müssen, bis eine volle Stabilität der Förderung erreicht ist. Schließlich ist die Gefahr einer Verstopfung des Förderrohres in der Nähe des Einlaufes bei Stillständen nicht auszuschließen, weil der Einlauf bei Stillstand nicht unmittelbar verschließbar ist. Es ist deshalb vor dem Start vielfach ein Freispülen der Förderleitung in umgekehrter Richtung erforderlich, was mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist.

#### Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat zum Ziel, eine stabile, stetige, gut regelbare Förderung von Feststoffen, die in einem Trägergas suspendiert sind, zu erreichen, bei der ein minimaler Trägergasbedarf gewährleistet ist und die geeignet ist, kontinuierliche, auch unter hohem Druck ablaufende Prozesse, wie beispielsweise die Vergasung oder Verbrennung von Kohlenstaub unter Druck, regelbar mit Feststoff zu versorgen, sie sicher zu beherrschen und mit geringster Verzögerung zu beeinflussen.

Ziel der Erfindung ist weiter, ein rasches und störungsfreies An- und Abstellen der Förderung zu gewährleisten.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es gestatten, einen durch Einblasen eines Trägergases fließfähig gemachten Feststoff aus einem Behälter über eine Förderleitung mit verschließbarem Einlauf einer Verbraucherstelle so zuzuleiten, daß ein stabiler, störungsfreier und stetiger Feststoffmassenstrom mit sehr hoher Feststoffkonzentration (Dichtstromförderung), eine gute Regelbarkeit des Feststoffmassenstromes mit geringer Regelträgheit und eine rasche und störungsfreie Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme gewährleistet sind und auch höhere Gegendrücke an der Verbraucherstelle, beispielsweise Drücke zwischen 1 und 5 MPa, beherrscht werden.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

In an sich bekannter Weise ist der Einlauf der Förderleitung als ein sich in Förderrichtung verjüngender Einlauftrichter gestaltet, in dem ein axial verstellbarer konvexer Schließkörper angeordnet ist, der in seiner Endstellung die Innenwand des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie berührt und diesen verschließt. Erfindungsgemäß ist vor dem Start der Förderung der Einlauftrichter durch den konvexen Schließkörper verschlossen und es wird ein über dem Umfang des Einlauftrichters verteilter, bezogen auf die Dichtlinie stromabwärts mündender Steuergasstrom in den Einlauftrichter eingeblasen.

Zur Einleitung der Förderung wird erfindungsgemäß der konvexe Schließkörper durch axiale Verstellung soweit von seiner Endstellung entfernt, daß ein ringförmiger Zwischenraum zwischen der Innenwand des Einlauftrichters und dem Schließkörper entsteht und ein über den Umfang des Einlauftrichters verteilter, bezogen auf die genannte Dichtlinie stromaufwärts mündender Steuergasstrom in den genannten ringförmigen Zwischenraum eingeblasen, wobei erfindungsgemäß mindestens dieser stromaufwärts mündende Steuergasstrom, vorzugsweise aber beide Steuergasströme parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung der Feststoff-Förderung geführt werden. Erfindungsgemäß wird schließlich nach Erreichen einer stabilen Förderung der genannte stromabwärts mündende Steuergasstrom unterbrochen und der Feststoffstrom durch Mengenveränderung des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes und durch axiale Verstellung des Schließkörpers geregelt.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß mindestens der stromaufwärts mündende Steuergasstrom als flacher, sich über eine Umfangslinie der Innenwand des Einlauftrichters erstreckender Schleier parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung der Feststoff-Förderung eingeblasen wird. Offenbar bildet dieser Schleier eine Art Gleitschicht, die sich vorteilhaft auf die Stabilität der Förderung auswirkt und die es gestattet, mit einem Minimum an Steuergas auszukommen.

Da die Steuergasströme, wie oben beschrieben, nicht permanent eingeblasen werden, hat es sich erfindungsgemäß als vorteilhaft erwiesen, die Einblasung der Steuergasströme derart vorzunehmen, daß bei Freigabe des stromabwärts mündenden und/oder des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes durch den Überdruck des Steuergases jeweils ein korrespondierender, im Ruhezustand ventilartig

geschlossener, sich über eine Umfangslinie der Innenwand des Einlauftrichters erstreckender Ringspalt geöffnet wird, durch den der betreffende Steuergasstrom als ringförmiger, flacher Schleier in den Einlauftrichter eingeblasen wird, und der sich nach Absperren des betreffenden Steuergasstromes selbsttätig schließt. Auf diese Weise wird die Gefahr des Eindringens von Feststoffpartikeln in das Zuführungssystem für das Steuergas beseitigt.

Für die Regelung und Dosierung von Stoffströmen ist es zweckmäßig, die Zahl der Stellgrößen möglichst gering zu halten. Erfindungsgemäß kann nach Erreichen einer stabilen Förderung der stromaufwärts mündende Steuergasstrom konstant gehalten und der Feststoffstrom durch axiale Verstellung des konvexen Schließkörpers geregelt werden, ohne daß die Förderstabilität durch die Bewegung des Schließkörpers beeinträchtigt wird. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, daß nach Erreichen einer stabilen Förderung die Stellung des konvexen Schließkörpers konstant gehalten und der Feststoffstrom durch Mengenveränderung des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes geregelt wird. Für die Wahl zwischen diesen beiden Regelmöglichkeiten sowie einer erfindungsgemäß ebenfalls möglichen Regelung durch gleichzeitiges Verstellen von konvexen Schließkörpern und stromaufwärts mündenden Steuergasstrom ist letzten Endes die Konzeption des BMSR-Systems für die Gesamtanlage bestimmend, in der die Strömungsförderung bzw. Zuteilung von Feststoffen integriert ist.

Die erfindungsgemäße Verfahrensweise gestattet es, den Staubstrom bis zu geringsten Fördergeschwindigkeiten ( $< 1$  m/s) und höchsten Feststoffkonzentrationen (nahe der Schüttdichte einer ruhenden Schüttung des Feststoffs) zu fördern und zu regeln. In allen Bereichen stabile Be-

triebsverhältnisse können dabei schon erreicht werden, wenn der stromaufwärts mündende Steuergasstrom nur einen Bruchteil, nämlich 5 bis 25 % der gesamten, im Feststoff-Trägergas-Strom enthaltenden Trägergasmenge (gemessen in der Förderleitung) ausmacht, die Beladung des Förderstromes also nur geringfügig vermindert wird.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens besteht aus einem Behälter mit bekannten Einrichtungen zur Fluidisierung von Feststoffen, einem im feststoffgefüllten Raum des Behälters angeordneten Einlauftrichter, einer Förderleitung, die sich an den Einlauftrichter anschließt und zu einer Verbraucherstelle führt, und einem axial verstellbaren, konvexen Schließkörper, der in seiner Endstellung die Innenwand des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie berührt und diesen verschließt. Erfindungsgemäß weist eine Ausführungsform dieser Vorrichtung folgende Merkmale auf:

Die Innenwand des Einlauftrichters ist stromaufwärts und stromabwärts der Dichtlinie von Öffnungen durchbrochen, wobei die stromaufwärts der Dichtlinie mündenden Öffnungen mit mindestens einer stromaufwärtigen Ringkammer und die stromabwärts mündenden Öffnungen mit mindestens einer stromabwärtigen Ringkammer verbunden sind, die jeweils mit einem Anschluß für Steuergas versehen sind, und wobei mindestens die stromaufwärts der Dichtlinie mündenden Öffnungen, in der Regel aber auch die stromabwärts der Dichtlinie mündenden Öffnungen parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung zur Förderleitung hin ausgerichtet sind. Als besonders vorteilhafte Lösung wurde gefunden, die stromaufwärts mündenden und die stromabwärts mündenden Öffnungen in der Innenwand des Einlauftrichters in Form umlaufender Ringspalte auszubilden, die wie oben beschrieben, parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Ein-

lauftrichters in Richtung zur Förderleitung hin ausgerichtet sind. Eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung nach dieser Erfindung weist in der vorzugsweise mehrteilig gestalteten Wand des Einlauftrichters mindestens zwei Ringkammern auf, die mit je einem Anschluß für die Zuführung von Steuergas versehen sind und durch je eine umlaufende ringförmige Öffnung mit dem Einlauftrichter verbunden sind. Die genannten ringförmigen Öffnungen sind mit je einem Absperrelement derart versehen, daß eine Dichtfläche des Absperrelementes gegen eine Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung gepreßt wird und diese verschließt, solange der Druck des Steuergases in der zugehörigen Ringkammer den Druck im Einlauftrichter nicht überschreitet, und daß das Absperrelement einen vergleichsweise schmalen Ringspalt freigibt, der die zugehörige Ringkammer mit dem Einlauftrichter verbindet, wenn und solange der Druck des Steuergases in der zugehörigen Ringkammer den Druck im Einlauftrichter übersteigt, wobei die Konturen der Dichtfläche des Absperrelementes und der korrespondierenden Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung so gestaltet sind, daß der sich zwischen ihnen bildende Ringspalt parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung zur Förderleitung hin ausgerichtet ist und wobei sich mindestens je ein Ringspalt stromaufwärts und stromabwärts der Dichtlinie befinden.

Erfindungsgemäß kann das Absperrelement aus einem in Achsrichtung beweglichen, ringförmigen Ventilteller mit einer Dichtfläche und mindestens einem Rückstell-element bestehen, wobei das Rückstellelement die Dichtfläche des ringförmigen Ventiltellers gegen die Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung preßt und wobei die nach dem Einlauftrichter gerichtete Innenseite des ringförmigen Ventiltellers einen Teil der Innenwand des Einlauftrichters bildet.

In bekannter Weise können die Rückstellelemente beispielsweise als Schraubenfedern gestaltet sein. Als besonders vorteilhafte Ausführungsform wurde jedoch die Verwendung von Formstücken aus gummielastischem Material als Rückstellelemente gefunden. Schließlich entspricht es der Erfindung, wenn das Absperrelement ein Lippenring aus gummielastischem Material ist, dessen Dichtfläche an der Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung anliegt und diese verschließt, wenn und solange der Druck des Steuergases in der korrespondierenden Ringkammer den im Einlauftrichter herrschenden Druck nicht übersteigt. Eine solche Ausführungsform ist insbesondere bei kleinen Leistungen und entsprechend kleinen Abmessungen von Einlauftrichter und Förderleitung zweckmäßig.

#### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung sei an einigen Ausführungsbeispielen erläutert. Dazu seien die Figuren 1 und 2 herangezogen. Es zeigen

Figur 1 die schematische Darstellung von Verfahren und Vorrichtung

Figur 2 einen Schnitt durch den Einlauftrichter mit dem konvexen Schließkörper in verschiedenen Ausführungsformen für die Einblasung des Steuergases.

#### Beispiel 1

In einem unter erhöhtem Druck stehenden Behälter 1 wird durch Einblasen eines Trägergases über die Trägergaszuleitung 2 und dem porösen Anströmboden 3 ein staubförmiger Feststoff fluidisiert. Das Gemisch von Feststoff und Trägergas wird über eine Förderleitung 4 einer nicht dargestellten Verbrauchsstelle zugeführt. Über eine Zulauföffnung 5 und ein beliebiges, in Fig. 1

nicht dargestelltes Schleusensystem wird der Abförderung entsprechend frischer staubförmiger Feststoff nachgefüllt, so daß während des Betriebes ein minimaler Feststoff-Füllstand im Behälter nicht unterschritten wird. Der Einlauf in die Förderleitung 4 ist als sich konisch in Förderrichtung verjüngender Einlauftrichter 6 ausgebildet, der innerhalb des ständig mit Feststoff erfüllten Teils des Behälters 1 angeordnet ist. Koaxial zum Einlauftrichter 6 ist ein axial verstellbarer konvexer Schließkörper 7 vorhanden, der in seiner Endstellung die Innenwand 8 des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie 9 berührt und den Einlauftrichter 6 verschließt. Es ist für den Sinn der Erfindung unerheblich, ob - wie in Fig. 1 dargestellt - die Axialverstellung des konvexen Schließkörpers 7 über eine durch die Behälterwand geführte Schubstange 10 in geeigneter Weise von außen erfolgt oder ob die Betätigung durch beispielsweise eine hydraulische Vorrichtung innerhalb des Behälters 1 erreicht wird. Ebenso wird die Einlauftrichter 6 und Förderleitung 4 - in Fig. 1 senkrecht nach oben - durch die Erfindung nicht festgelegt.

Die Innenwand 8 des Einlauftrichters 6 wird gem. Fig. 2A von einer bezogen auf die Dichtlinie stromaufwärts mündenden Öffnung 11 und einer stromabwärts mündenden Öffnung 12 durchbrochen. Die Öffnungen haben jeweils die Form eines umlaufenden Ringspaltes und sind spitzwinklig zur Innenwand 8 in Richtung der Förderung ange stellt. Die Öffnungen 11 und 12 sind mit einer stromaufwärtigen Ringkammer 13 bzw. einer stromabwärtigen Ringkammer 14 verbunden, die mit je einem Anschluß für Steuergas 15 bzw. 16 versehen sind. Die Ringkammern sind in die mehrteilige Wand des Einlauftrichters eingelassen.

Vor dem Start der Staubförderung zur Verbrauchsstelle befindet sich der konvexe Schließkörper 7 in seiner Endstellung und dichtet den Einlauftrichter 6 ab. Über den Anschluß für Steuergas 16 wird über die Ringkammer 14 und die Öffnung 12 ein bezogen auf die Dichtlinie 9 stromabwärts mündender Steuergasstrom in den Einlauftrichter eingeblasen, der über die Förderleitung 4 der Verbrauchsstelle zufließt. Bei einem Durchmesser der Förderleitung 4 von 40 mm genügt dabei ein Steuergasvolumenstrom von etwa  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , gemessen unter den Zustandsbedingungen in der Förderleitung. Gleichzeitig wird in den mit staubförmigem Feststoff gefüllten Behälter 1 über den Anströmboden 3 Trägergas eingeblasen, wobei der Feststoff fluidisiert und der Behälter auf einen Druck gebracht wird, der den Druck der Verbrauchsstelle um einen bestimmten, von Art des Feststoffes, Durchmesser, Länge und Höhendifferenz der Förderleitung und Förderleistung abhängigen Betrag übersteigt. Beim Start der Förderung wird der konvexe Schließkörper 7 soweit von seiner Endstellung entfernt, daß sich ein ringförmiger Zwischenraum zwischen Schließkörper und Innenwand 8 des Einlauftrichters bildet, dessen freier Querschnitt etwa dem lichten Querschnitt der Förderleitung entspricht. Gleichzeitig wird über den Anschluß für Steuergas 15, die Ringkammer 13 und die Öffnung 11 ein bezogen auf die Dichtlinie 9 stromaufwärts mündender Steuergasstrom in den Einlauftrichter geblasen. Damit setzt die Förderung einer Feststoff-Trägergas-Suspension zur Verbrauchsstelle ein. Der stromabwärts mündende Steuergasstrom wird nunmehr gedrosselt und nach Erreichen einer stabilen Förderung völlig unterbrochen.

Durch Verstellen des konvexen Schließkörpers 7 wird der Sollwert der Feststoff-Förderung zur Verbrauchsstelle eingeregelt, wobei der stromaufwärts mündende Steuergasstrom konstant gehalten wird. Er wird auf beispielsweise 15 % der in der Förderleitung 4 fließenden, gesamten Trägergasmenge eingestellt. Ebenfalls konstant gehalten wird der Differenzdruck zwischen Behälter 1 und Verbrauchsstelle. Die Außerbetriebnahme der Förderung geschieht in nachstehender Reihenfolge:

- Zuführung von Steuergas über die stromabwärts mündende Öffnung 11 zum Freispülen der Förderleitung 4.
- Schließen des konvexen Schließkörpers 7.
- Absperrern des stromaufwärts mündenden Steuergasstroms.
- Beenden des Freispülens der Förderleitung 4.

Erzielt wird eine gut regelbare stetige Dichtstromförderung mit sehr hoher Feststoffkonzentration, die allerdings von der Art und Beschaffenheit des Feststoffes beeinflusst wird. Es werden ohne zusätzliche weitere Trägergaszufuhr in die Förderleitung Förderstrecken von z.B. 40 m und entsprechende Höhendifferenzen beherrscht.

Kontrollversuche, bei denen auf den stromaufwärts mündenden Steuergasstrom verzichtet wurde, zeigten, daß eine Regelung des Förderstromes mit Hilfe des verstellbaren, konvexen Schließkörpers praktisch nicht möglich ist, daß die Förderung zu häufiger Instabilität neigt und daß eine für alle Einsatzfälle befriedigende Stetigkeit der Förderung allenfalls durch Zusp eisung vergleichsweise sehr großer, zusätzlicher Trägergasmengen in die Förderleitung erreicht werden kann, so daß die erreichbare Feststoffkonzentration deutlich vermindert ist.

## Beispiel 2

Unter sonst gleichen Bedingungen wie im ersten Beispiel wird die Stellung des konvexen Schließkörpers 7 und der Differenzdruck zwischen Behälter 1 und der Verbrauchsstelle konstant gehalten. Die Regelung des Feststoff-Förderstromes erfolgt durch Veränderung des Durchflusses für den bezogen auf die Dichtlinie 9 stromaufwärts mündenden Steuergasstrom. Die Ergebnisse entsprechen weitgehend den im ersten Ausführungsbeispiel erreichten.

## Beispiel 3

Bei sonst gleicher Anordnung wie im ersten Ausführungsbeispiel ist gemäß der Fig. 2B in den stromaufwärts und stromabwärts mündenden Öffnungen 11 und 12 je ein Absperrerelement angeordnet, daß jeweils aus einem ringförmigen Ventilteller 17 und einem Rückstellelement 18 besteht. Das Rückstellelement preßt im Ruhestand die Dichtfläche 19 des Ventiltellers gegen eine Sitzfläche 20 der zugehörigen ringförmigen Öffnung 11 bzw. 12 und verschließt damit die korrespondierenden Ringkammern 13 und 14 gegen den Einlauftrichter 6. Das Rückstellelement 18 ist in Fig. 2B symbolisch als Feder dargestellt. Die in diesem Beispiel erläuterte bevorzugte Ausführungsform verwendet tatsächlich aber einen in Achsrichtung federnden Ring aus gummielastischem Material für diesen Zweck. Wird eine der Ringkammer 13 oder 14 über den zugehörigen Anschluß 15 bzw. 16 mit Steuergas beaufschlagt, so wirkt der in der betreffenden Ringkammer sich aufbauende Steuergasdruck auf den Ventilteller 17 und das Rückstellelement 18. Übersteigt dieser Druck den im Einlauftrichter 6 herrschenden Druck, so öffnet sich infolge Kontraktion des Rückstellelementes 18 ein umlaufender Ringspalt zwischen Dichtfläche 19 und Sitzfläche 20, durch den ein Steuergasstrom in den Einlauftrichter 6 fließt. Dichtfläche 19 und Sitzfläche 20 sind konisch ausgebildet, wobei der Öffnungswinkel dieses Konus etwas größer bemessen ist als der Öffnungswinkel der Innenwand 8 des

Einlauftrichters. Damit wird erreicht, daß der sich zwischen Dicht- und Sitzfläche ausbildende Ringspalt spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters gerichtet ist und der dort austretende Steuergasstrom sich als ringförmiger Schleier an die Innenwand 8 anlegen kann.

Die nach den Einlauftrichter gerichtete Innenseite 21 des ringförmigen Ventiltellers 17 ist ebenfalls konisch ausgebildet und entspricht in seiner Kontur der Innenwand 8 des Einlauftrichters und bildet somit einen Teil dieser Innenwand.

Die erreichten Ergebnisse entsprechen den oben erläuterten Beispielen. Als zusätzlicher Vorteil ergibt sich, daß das Eindringen von staubförmigem Feststoff in die Ringkammern 13 bzw. 14 ausgeschlossen wird, was die Störhäufigkeit weiter absenkt.

#### Beispiel 4

Anstelle der im Beispiel 3 verwendeten Kombination von ringförmigem Ventilteller 17 und Rückstellelement 18 wird als Absperrerelement gem. Fig. 3 ein Lippenring 22 aus gummielastischem Material eingesetzt, der in eine Nut 23 auf einer Seite der Ringkammer eingerastet ist. Die Dichtlippe wird im Ruhestand elastisch an eine Sitzfläche 20 der zugehörigen ringförmigen Öffnung gepreßt und öffnet einen spitzwinklig zur Innenwand 8 ausgerichteten Ringspalt zwischen Sitzfläche 20 und Dichtlippe des Lippenringes 22, wenn der Steuergasdruck in der zugehörigen Ringkammer den Druck im Einlauftrichter übersteigt.

#### Beispiel 5

Die Einrichtung nach Beispiel 3 mit einer Förderstrom-Regelung durch Verstellen des konvexen Schließkörpers 8 bei konstantem stromaufwärts mündenden Steuergasstrom wird zur Beschickung einer Druckvergasungsanlage für

Braunkohlenstaub eingesetzt. Es ergeben sich folgende Daten:

Braunkohlenstaub		
Schüttdichte	550	kg/m <sup>3</sup>
Körnung	< 0,5	mm
Druck im Vergasungsreaktor	3	MPa
Druck im Behälter 1	3,4	MPa
Länge der Förderleitung	40	m
Durchmesser der Förderleitung	40	mm
Durchsatz	10	t/h
Staub zu Trägergas (Förderleit.)	500	kg/m <sup>3</sup>
Trägergasmenge in Förderleitung	20	m <sup>3</sup> /h
(gesamt)	660	m <sup>3</sup> i.N./h
davon Steuergas	3	m <sup>3</sup> /h
	100	m <sup>3</sup> i.N./h
Regelbereich	30 - 120	%

## Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung bei der Förderung von Feststoffen, die in einem Trägergas suspendiert sind, vorzugsweise bei der Förderung im Dichtstrom und bei der Förderung in Systemen unter hohem Druck, wobei der durch Einblasen von Trägergas fließfähig gemachte Feststoff aus einem Behälter über einen sich in Förderrichtung verjüngenden Einlauftrichter in eine Förderleitung einfließt und im Einlauftrichter ein axial verstellbarer konvexer Schließkörper angeordnet ist, der in seiner Endstellung die Innenwand des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie berührt und diesen verschließt, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Start der Förderung der Einlauftrichter durch den Schließkörper verschlossen ist und ein über den Umfang des Einlauftrichters verteilter, bezogen auf die Dichtlinie stromabwärts mündender Steuergasstrom eingeblasen wird, daß zur Einleitung der Förderung der Schließkörper durch axiale Verstellung soweit von seiner Endstellung entfernt wird, daß ein ringförmiger Zwischenraum zwischen der Innenwand des Einlauftrichters und dem Schließkörper entsteht und ein über den Umfang des Einlauftrichters verteilter, bezogen auf die Dichtlinie stromaufwärts mündender Steuergasstrom in den genannten ringförmigen Zwischenraum eingeblasen wird, wobei mindestens der stromaufwärts mündende Steuergasstrom vorzugsweise beide genannten Steuergasströme parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Rich-

tung der Feststoff-Förderung geführt werden, und daß nach Erreichen einer stabilen Förderung der genannte stromabwärts mündende Steuergasstrom unterbrochen und der Feststoffstrom durch Mengenveränderung des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes und durch axiale Verstellung des Schließkörpers geregelt wird.

2. Verfahren nach Pkt. 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens der stromaufwärts mündende Steuergasstrom als flacher, ringförmiger, sich über eine Umfangslinie der Innenwand des Einlauftrichters erstreckender Schleier eingeblasen wird.
3. Verfahren nach Pkt. 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Freigabe des stromabwärts mündenden und/oder des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes durch den Überdruck des Steuergases jeweils ein korrespondierender, im Ruhezustand ventilartig geschlossener, sich über eine Umfangslinie der Innenwand des Einlauftrichters erstreckender Ringspalt geöffnet wird, durch den der betreffende Steuergasstrom als ringförmiger Schleier in den Einlauftrichter eingeblasen wird und der sich nach Absperren des betreffenden Steuergasstromes selbsttätig schließt.
4. Verfahren nach Pkt. 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen einer stabilen Förderung die Stellung des konvexen Schließkörpers konstant gehalten wird und der Feststoffstrom durch Mengenveränderung des stromaufwärts mündenden Steuergasstromes geregelt wird.
5. Verfahren nach Pkt. 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen einer stabilen Förderung der stromaufwärts mündende Steuergasstrom konstant gehalten wird und der Feststoffstrom durch axiale Verstellung des konvexen Schließkörpers geregelt wird.
6. Verfahren nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der stromaufwärts mündende Steuergasstrom 5 bis 25 % der gesamten Trägergasmenge ausmacht.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1, bestehend aus einem Behälter mit Einrichtungen zur Fluidisierung von Feststoffen, einem in feststoffgefüllten Raum des Behälters angeordneten Einlauftrichter, einer Förderleitung, die sich an den Einlauftrichter anschließt und zu einer Verbrauchsstelle führt, und einem axial zum Einlauftrichter verstellbaren konvexen Schließkörper, der in seiner Endstellung die Innenwand des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie berührt und diesen verschließt, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand des Einlauftrichters stromaufwärts und stromabwärts der Dichtlinie von Öffnungen durchbrochen ist, wobei die stromaufwärts der Dichtlinie mündenden Öffnungen mit mindestens einer stromaufwärtigen Ringkammer und die stromabwärts mündenden Öffnungen mit mindestens einer stromabwärtigen Ringkammer verbunden sind, die Ringkammern jeweils mit einem Anschluß für Steuergas versehen sind und mindestens die stromaufwärts der Dichtlinie mündenden Öffnungen parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung zur Förderleitung hin ausgerichtet sind.
8. Vorrichtung nach Pkt. 7, dadurch gekennzeichnet, daß die stromaufwärts mündenden und die stromabwärts mündenden Öffnungen in Form umlaufender Ringspalte ausgebildet sind.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 3, bestehend aus einem Behälter mit Einrichtungen zur Fluidisierung von Feststoffen, einem im feststoffgefüllten Raum des Behälters angeordneten Einlauftrichter, einer Förderleitung, die sich an den Einlauftrichter anschließt und zu einer Verbraucherstelle führt, und einem axial zum Einlauftrichter verstellbaren konvexen Schließkörper, der in seiner Endstellung die Innenwand des Einlauftrichters entlang einer Dichtlinie berührt und diesen verschließt,

dadurch gekennzeichnet, daß in der vorzugsweise mehrteilig gestalteten Wand des Einlauftrichters mindestens zwei Ringkammern vorgesehen sind, die mit je einem Anschluß für die Zuführung von Steuergas versehen sind und durch je eine umlaufende ringförmige Öffnung mit dem Einlauftrichter verbunden sind, und daß die ringförmigen Öffnungen mit je einem Absperrerelement derart versehen sind, daß eine Dichtfläche des Absperrerelementes gegen eine Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung gepreßt wird und diese verschließt, solange der Druck des Steuergases in der zugehörigen Ringkammer den Druck im Einlauftrichter nicht überschreitet, und daß das Absperrerelement einen Ringspalt freigibt, der die zugehörige Ringkammer mit dem Einlauftrichter verbindet, wenn und solange der Druck des Steuergases in der zugehörigen Ringkammer den Druck im Einlauftrichter übersteigt, wobei die Konturen der Dichtfläche des Absperrerelementes und der korrespondierenden Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung so gestaltet sind, daß der sich zwischen ihnen bildende Ringspalt parallel bis spitzwinklig zur Innenwand des Einlauftrichters in Richtung der Feststoff-Förderung ausgerichtet ist und sich mindestens ein Ringspalt stromaufwärts der Dichtlinie und mindestens ein Ringspalt stromabwärts der Dichtlinie befinden.

10. Vorrichtung nach Pkt. 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrerelement aus einem in Achsrichtung beweglichen, ringförmigen Ventilteller mit einer Dichtfläche und mindestens einem Rückstellelement besteht, wobei das Rückstellelement bzw. die Rückstellelemente so angeordnet sind, daß es die Dichtfläche des ringförmigen Ventiltellers gegen die Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung preßt und wobei die nach dem Einlauftrichter gerichtete Innenseite des ringförmigen Ventiltellers einen Teil der Innenwand des Einlauftrichters bildet.

11. Vorrichtung nach Pkt. 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückstellelement ein Formstück aus gummielastischem Material ist.
  
12. Vorrichtung nach Punkt 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrelement ein Lippenring aus gummielastischem Material ist, dessen Dichtfläche an der Sitzfläche der zugehörigen ringförmigen Öffnung anliegt und diese verschließt, wenn und solange der Druck des Steuergases in der korrespondierenden Ringkammer den im Einlauftrichter herrschenden Druck nicht übersteigt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

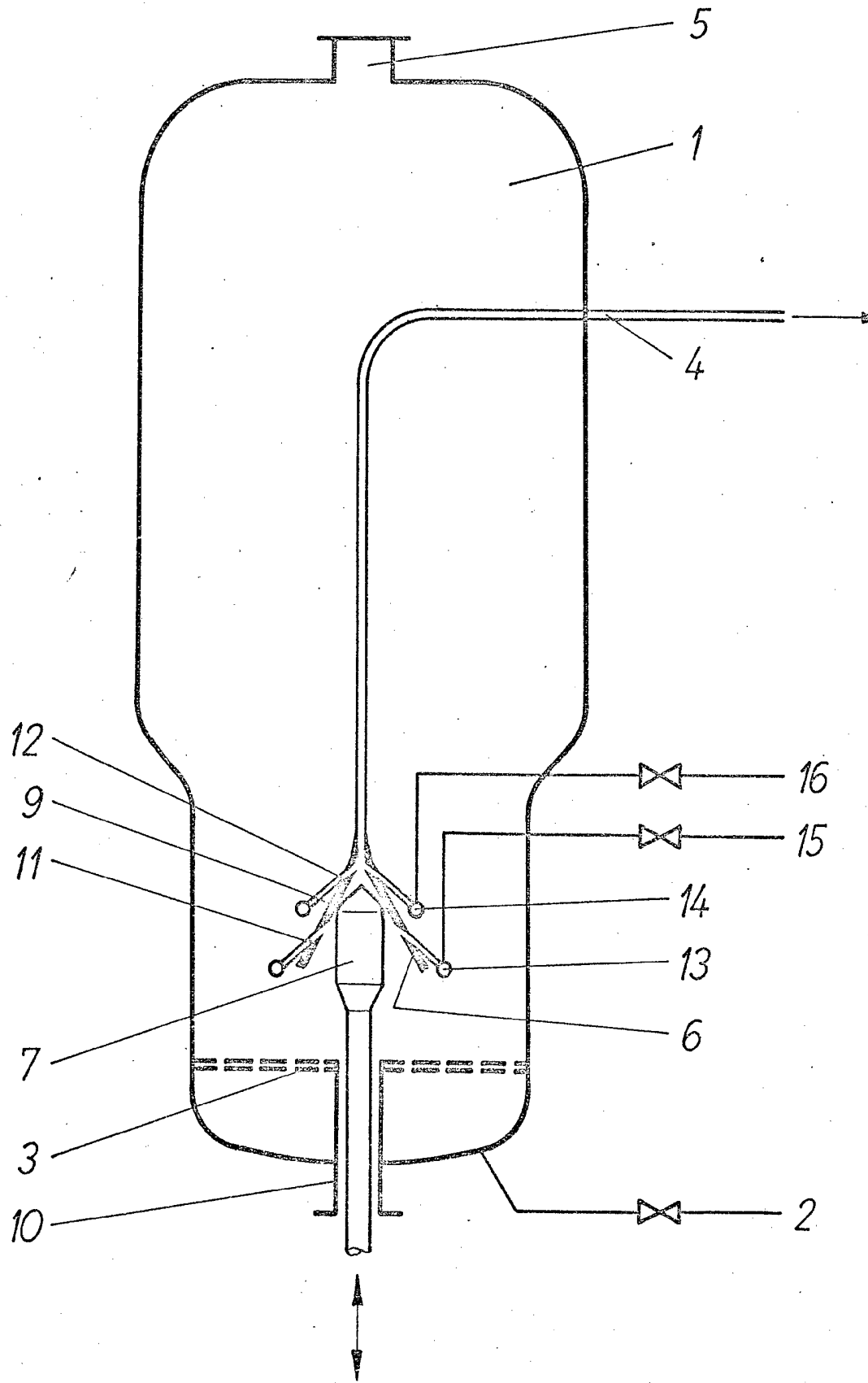


Fig. 1

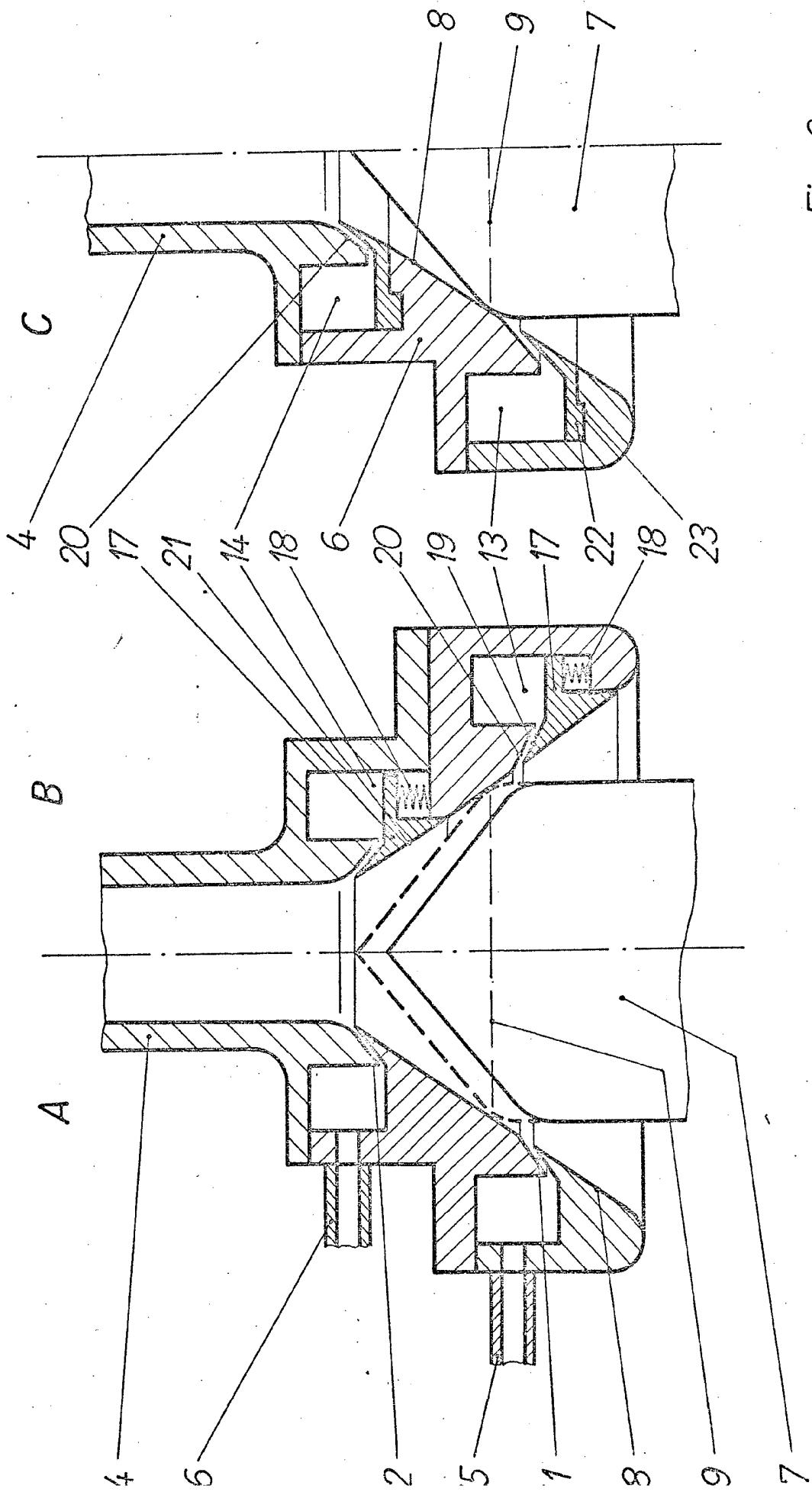


Fig. 2