

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 281 996 A5

5(51) B 65 G 53/66

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP B 65 G / 317 188 8	(22)	27.06.88	(44)	29.08.90
(31)	2478/87-7	(32)	01.07.87	(33)	CH

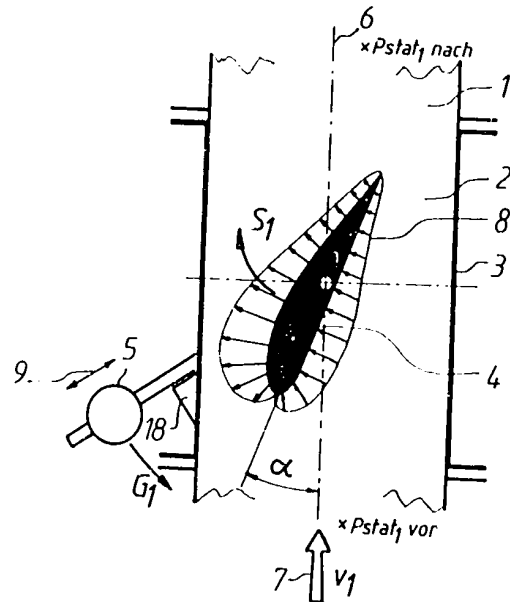
(71) siehe (73)
 (72) Hofstetter, Hans, CH
 (73) GEBRUEDER BUEHLER AG, Uzwil, CH
 (74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit

(55) Fördersystem; Luftgeschwindigkeit; Luftmengenregelung; Luftsammelleitung; Antriebskörper; Drosselklappe; Anstellwinkel; Luftleitungsquerschnitt; Luftkräfte; Regelcharakteristik

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit. Die neue Erfindung betrifft die Luftmengenregelung in einem Fördersystem mit einer Luftsammelleitung, bei dem in den einzelnen Fördersträngen die Luftmenge bzw. die entsprechende Luftgeschwindigkeit durch einen tragflügelartigen Auftriebskörper geregelt wird. Dieser arbeitet wie eine Drosselklappe und bewegt sich von einem Anstellwinkel von wenigstens 10 in der völlig offenen bis 90 Winkelgraden in der geschlossenen Stellung. Der Auftriebskörper selbst regelt durch mehr oder weniger Versperren des Luftleitungsquerschnittes die Luftmenge, wobei sich in jedem Fall ein Gleichgewicht zwischen den in eine Schließstellung gerichteten Luftkräften an den Auftriebskörper sowie einem in die Öffnungsrichtung wirkenden Gegengewicht einstellt. Es kann damit eine bisher nicht erreichte Ansprechgeschwindigkeit aus jeder Lage sowie eine optimale Regelcharakteristik, zum Beispiel auf eine etwa konstante Luftgeschwindigkeit, unabhängig von dem sich vor der Regeleinheit einstellenden Luftwiderstand erreicht werden. Fig. 1

Figur 1



Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Regelung der Luftgeschwindigkeit mit einem Ventilator oder einem Gebläse und einer oder mehreren pneumatischen Förderleitungen sowie einer Luftmengenregelung, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Luftreguliereinheit (2) einen drehbeweglich gelagerten Auftriebskörper (4) aufweist, der als Drosselklappe von einer offenen in eine geschlossene Lage bringbar ist, wobei die Auftriebskräfte auf die geschlossene Position gerichtet, und zusätzlich mechanische Öffnungskräfte an dem Auftriebskörper (4) wirksam sind.
2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftriebskörper (4) in der Art eines Tragflügelprofils ausgebildet ist, mit einer stark gerundeten Anströmseite (12) und einem spitz zulaufenden Abströmende (13).
3. Vorrichtung nach den Patentansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftriebskörper (4) auf der einen Seite (11) gewölbt, auf der gegenüberliegenden Seite (14) im wesentlichen flach ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanischen Öffnungskräfte einstellbar und durch eine Federkraft oder ein Gegengewicht (5) gebildet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftriebskörper (4) in der geschlossenen Stellung auf der An- und Abströmseite einen Luftspalt freiläßt.
6. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftriebskörper (4) auf der Abströmseite (13) einen Einschnitt (16) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Luftleitung (1) eine verengte Stelle aufweist, und daß der Auftriebskörper (4) im Bereich der verengten Stelle angeordnet ist.
8. Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit einer Gruppe von pneumatischen Luftfördersträngen, die über ein Verbindungsrohr an einem gemeinsamen Ventilator bzw. einem Gebläse angeschlossen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest bei den Fördersträngen (30; 31; 32; 33; 34; 35; 36) mit größeren Leitungsquerschnitten die Luftgeschwindigkeit durch mechanisch pneumatische Kräfte selbsttätig geregelt wird, wobei die Auftriebskräfte der als Auftriebskörper (4) ausgebildeten Luftreguliereinheit als Schließkraft ausgenutzt werden, die einer mechanischen Gegenkraft als Öffnungskraft entgegenwirkt.
9. Verfahren nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftriebskörper (4) innerhalb eines Regelbereiches von wenigstens etwa 10°, vorzugsweise wenigstens etwa 20° als offene Stellung und etwa 90° als geschlossene Stellung, tätig ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem Ventilator oder Gebläse, einer oder mehreren pneumatischen Förderleitungen sowie Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Je höher der Automatisierungsgrad einer industriellen Anlage angestrebt wird, um so gewichtiger ist die Forderung der Betriebssicherheit der einzelnen Anlageelemente. Dies ist nicht nur eine generelle Erfahrung der jüngsten industriellen Entwicklung, sondern bereits fester Teil in dem Pflichtenheft des Anlagebauers. Zumindest theoretisch kann auf zwei Wegen die Betriebssicherheit vergrößert werden. Der eine ist die vermehrte Anwendung von Computerintelligenz nicht nur in einer zentralen Steuerung, sondern besonders auch als Vorortintelligenz bei den einzelnen Maschinen und Geräten. Ein Lösungsansatz für die Beherrschung des der Erfindung zugrunde liegenden Problemkreises ist in der DE-PS 3 128 807 beschrieben. Das Grundproblem ist im Zusammenhang mit der Mühlenpneumatik schon sehr lange bekannt. Mehrere parallele Förderrohre werden hier in einem gemeinsamen Ventilator oder Gebläse angeschlossen. Dadurch stehen die Luftmengen der einzelnen Förderrohre in gegenseitiger Abhängigkeit. Sobald sich z. B. bei einem einzelnen Förderrohr oder bei einem Teil der Förderrohre die Fördergutmenge verringert, vergrößert sich in diesen Rohren als Folge des fehlenden Förderleitungswiderstandes die Luftmenge. Dies ist aber nachteilig für die übrigen Förderrohre, so daß sich in den letzteren die Luftmenge und somit die Luftgeschwindigkeit reduziert. Die Produktförderung wird in den belasteten Förderrohren instabil und bei schlechter oder spitzer Auslegung des Luftsystems kann dies sogar Produktstauungen und Verstopfungen verursachen. Die DE-PS 3 128 807 strebt einen sicheren Betrieb an, ohne daß der Ventilator für das Fördersystem für eine Überkapazität ausgelegt

zu sein braucht. Dazu wird vorgeschlagen, für jedes Förderrohr eine Vorrichtung zur Luftstromregelung, eine Detektoranordnung zum Erfassen des Luftdurchflusses und ein von der Detektoranordnung gesteuertes Stellglied für die jeweilige Vorrichtung zur Luftstromregelung vorzusehen, um den Luftdurchfluß durch die Förderrohre konstant zu halten. Über die Detektoranordnung wird der statische Druck oder ein Differenzdruck in dem jeweiligen Förderrohr festgestellt, dieser in einer elektronischen Steuerung verarbeitet, zur Bildung von Steuersignalen an die jeweiligen Stellglieder für die Vorrichtungen zur Luftstromregelung, um die Luftmenge in jedem Förderstrang auf einem zulässigen Minimum zu halten.

Die meßtechnische Verwendung des statischen Luftdruckes in einer Förderleitung mit staubhaltigen Gütern ist jedoch problematisch. Es gibt eine ganze Anzahl Faktoren, die die direkte Abhängigkeit „statischer Luftdruck“ – „Luftmenge“ stören. Einer der Hauptfehlerfaktoren ist die jeweilige spezifische bauliche Auslegung der Strömungsquerschnitte – Formen – Oberflächen, usw. Ferner werden die Druckwerte stark von allfällig anhaftendem Staub verfälscht, bis hin zur Unbrauchbarkeit der Meßwerte.

Wird der statische Druck über herkömmliche Druckmeßgeräte festgestellt, so sind die entsprechenden Signale in staubhaltiger Luft nach kurzer Zeit wegen Verstopfen der geringen Meßrohrquerschnitte ebenfalls nicht mehr aussagekräftig.

Damit aber erweist sich der Wunsch der exakten Regelung und Steuerung der Luftmenge mit elektronischen Rechermitteln als eine Illusion. Die Elektronik führt hier zur Komplizierung und Komplexierung der an sich einfachen Sachverhalte. Das Ziel, die Erhöhung der Betriebssicherheit, wird nicht erreicht.

Der zweite Weg wird in neuer Zeit bei vielen Automatisierungsvorrichtungen gewählt, indem das Problem einfach umgangen wird, dadurch, daß zum Beispiel jeder Förderleitung ein eigenes Gebläse zugeordnet wird. Denkbar wäre es, ganz einfache Drosselklappen für eine Grobregelung jedes Förderstranges zu verwenden. Wegen der sehr großen Zahl einzelner pneumatischer Förderstränge in einer Mühle kommt eine solche Lösung aus Kostengründen nicht in Frage. Abgesehen davon stellt die Verwendung von einer Vielzahl Ventilatoren, Motoren, usw. durch die starke Erhöhung der Zahl der Einzelelemente des Systems die Betriebssicherheit wiederum in Frage.

Weder ein Mehr an Vorortelligenz noch eine Beseitigung eines für viele pneumatische Förderleitungen gemeinsamen Sammelsystems hat bis heute für die Praxis ein befriedigendes Resultat gebracht. Nur in untergeordneten Fällen kann noch das älteste und einfachste Konzept einer in jeder Förderleitung beweglich angeordneten Regelklappe angeordneten Regelklappe angewendet werden. Dabei wird die Regelklappe durch ein Gegengewicht in eine geöffnete, und je nach Stärke der Luftströmung in eine mehr oder weniger geschlossene Position bewegt. Dies im Unterschied zu der Verschlussklappe für Ventilationsanlagen, die ohne Luftströmung schließen und sich durch die Luftströmung in eine offene Position bewegen.

Eine etwas verbesserte Konstruktion für die Regelung der Luftmenge in Lüftungsanlagen ist in der CH-PS 600 428 beschrieben. Bei diesem Lösungsvorschlag werden die dynamischen Luftkräfte, welche auf die ebenen Flächen einer Drosselklappe wirken, sowie ein Verspannungs-Drehmoment sowie ein der Soll-Größe des Luftstromes entsprechendes Korrektursignal für die jeweils gewünschte Gleichgewichts- bzw. Öffnungslage der Drosselklappe verwendet. Die Frage der Staubempfindlichkeit ist auch hier nicht gelöst.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile der bisherigen Lösungen zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit zu schaffen, um eine Erhöhung der Betriebssicherheit zu erreichen, bei dem geringstmöglichen Luftverbrauch für die pneumatische Förderung, insbesondere aber ohne Verwendung komplizierter und staubempfindlicher Bauelemente.

Die erfindungsgemäße Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß jede Luftmengenregelung einen drehbeweglich gelagerten Auftriebskörper aufweist, der als Drosselklappe von einer offenen in eine geschlossene Lage bringbar ist, wobei die Auftriebskräfte der Luftströmung auf die geschlossene Position gerichtet, und zusätzliche mechanische Öffnungskräfte an dem Auftriebskörper wirksam sind.

Größer angelegte Laborversuche haben eine überraschend präzise Funktion der ausgesprochen einfachen Vorrichtung ergeben, wie es von dritten beteiligten Strömungsfachleuten nicht für möglich gehalten wurde, nachdem nun doch schon seit dem Beginn der pneumatischen Passagenförderung in den Mühlen, also etwa seit 40 Jahren, vergeblich nach Lösungen gesucht worden ist. Durch geeignete Wahl des Profiles des Auftriebskörpers kann nicht nur eine Konstanthaltung der Luftmenge, sondern sogar ein positiver Effekt insofern erreicht werden, als z. B. bei zunehmendem Widerstand in einzelnen Förderleitungen sich eine etwas vergrößerte Luftmenge einstellt, dies als weiterer Vorteil in bezug auf die Stabilität der pneumatischen Förderung.

Die Erfindung erlaubt auch verschiedene weitere Ausgestaltungsgedanken. So kann der Auftriebskörper in der Art eines Tragflügelprofils ausgebildet werden, mit einer stark gerundeten Anströmseite und einem spitz zulaufenden Abströmende. Diese Maßnahme erlaubt ganz besonders ein positives Luftdruck-Luftmengen-Verhältnis aufrechtzuerhalten, indem z. B. bei einer Tendenz zum Zusammenbrechen der pneumatischen Förderung die Luftmenge sofort erhöht wird.

Bevorzugt wird das Tragflügelprofil auf der einen Seite gewölbt, auf der gegenüberliegenden Seite im wesentlichen flach ausgebildet.

Ein weiterer bevorzugter Ausgestaltungsgedanke liegt darin, daß das Auftriebsprofil auf der spitzen Abströmseite einen Einschnitt aufweist. Damit kann sowohl in der ganz offenen wie in der ganz geschlossenen Stellung eine Vergrößerung der Ansprechempfindlichkeit gewonnen werden, da auf diese Weise ein geringes Ungleichgewicht der Kräfte bezüglich des Drehpunktes des Auftriebskörpers erhalten wird, auch wenn der Drehpunkt etwa in der Mitte des Auftriebskörpers angeordnet ist.

Damit das Luftsystem genau eingestellt, besonders aber auch, damit bei späteren Änderungen Korrekturen vorgenommen werden können, werden bevorzugt die mechanischen Öffnungskräfte einstellbar und durch eine Federkraft oder ein Gegengewicht gebildet. Besonders für extreme Schließstellungen ist es vorteilhaft, wenn der Auftriebskörper in der geschlossenen Stellung auf der An- und Abströmseite einen Luftspalt freiläßt.

Um über einen großen Bereich die Luftmenge genau regeln zu können, empfiehlt es sich, der Luftförderleitung eine verengte Stelle anzuordnen, wobei der Auftriebskörper im Bereich der verengten Stelle angeordnet wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Regelung der Luftgeschwindigkeit einer Gruppe von pneumatischen Luftfördersträngen, die über ein Verbindungsrohr an einem gemeinsamen Ventilator, bzw. einem Gebläse angeschlossen sind. Das neue Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß zumindest bei den Fördersträngen mit größeren Leitungsquerschnitten die Luftgeschwindigkeit durch mechanisch pneumatische Kräfte selbsttätig geregelt wird, wobei die Auftriebskräfte der als Auftriebskörper ausgebildeten Luftgeschwindigkeitsregulierklappe als Schließkraft ausgenutzt werden, die einer mechanischen Gegenkraft als Öffnungskraft entgegenwirkt.

Vorzugsweise weist der Auftriebskörper in der ganz offenen Stellung einen Anstellwinkel von etwa 20 Winkelgraden auf und bewegt sich für die Regelung in dem Bereich von 20° und 90°. Bei 90° wirkt der Auftriebskörper nahezu wie eine geschlossene Klappe, ist also in einer völligen Querlage zur Luftströmung. Verschiedene Tests haben gezeigt, daß die offene Stellung durch einen Anschlag begrenzt werden soll. Für einfache Anwendungen kann der Anschlag für die offene Stellung auf etwa 10° angesetzt werden, bevorzugt weist er einen Wert von etwa 15° bis 25° auf. Für die meisten Fälle wurde jedoch ein Wert von 20° als optimal gefunden. Bei 20° entstehen bereits sehr starke Auftriebskräfte, so daß sofort eine hohe Ansprechempfindlichkeit entsteht, was besonders beim Anfahren der Anlage, also beim Aufstarten der Ventilatoren, entscheidend sein kann.

Jedem Fachmann auf dem Gebiet der technischen Beherrschung der Luftströmung ist es zur Genüge bekannt, daß oft durch kleinste Änderungen, z. B. von einer Luftmeßstrecke durch die Entstehung von örtlichen, nicht kontrollierbaren Turbulenzen, das Resultat so stark verfälscht wird, daß es unbrauchbar wird, also Abweichungen, die ohne weiteres 20, 50 und mehr % von dem tatsächlichen Wert betragen können. Es braucht sehr viel Übung und besonders die Anwendung der bekannten meßtechnischen Regeln, um erfolgreich messen zu können. Beim Prandtl-Rohr genügen schon leichte Schrägstellungen des Stauraohres und man erhält Meßfehler über der zulässigen Toleranz. Andererseits weiß der Praktiker doch einige Kniffe, um ans Ziel zu kommen.

Noch problematischer liegen die Verhältnisse etwa im Flugzeugbau, etwa bei der Auslegung der Tragflügelprofile, der klassischen Anwendung der Auftriebskörper. Das Tragflügelprofil hat einen bestimmten Bereich für den Anstellwinkel, um optimale Verhältnisse für die Auftriebskräfte zu erhalten. Wird der Anstellwinkel nun zu groß gewählt, reißt die Strömung auf der Abströmseite abrupt ab und geht auch hier in eine völlig unkontrollierbare Turbulenz über, und die Auftriebskräfte fallen zusammen. Im normalen Unterschallbereich rechnet man mit Anstellwinkeln von maximal bis zu 20°. Überträgt man nun diese bekannten Gesetzmäßigkeiten, so erkennt man sofort die Unmöglichkeit eben dieser Übertragung. Wenn der Auftriebskörper in der Funktion einer Drosselklappe verwendet wird, so muß auch hier zumindest in der ersten Überlegung nur ein kleiner, zur Luftdrosselung aber nahezu unnützer Verstellbereich zulässig sein. Wie oben bei der Vorrichtung bereits ausgeführt, haben Messungen mit der neuen Luftmengenregelung aber gerade das Gegenteil, nämlich eine ausgeprägt stabile „Luftmenge-Druckverlauf“ bis nahe an den Schließpunkt der fast völligen Querstellung des Auftriebskörpers ergeben. Dies bedeutet, für den Auftriebskörper einen Einsatz gerade in dem Bereich, der außerhalb des Anwendungsbereiches der Flugprofile liegt.

Die einzige und durch die Praxis bestätigte Erklärung liegt darin, daß sich ein Auftriebskörper in einem geschlossenen Rohrsystem eben völlig anders verhält als das gleiche Profil in vergleichbaren Geschwindigkeitsverhältnissen an einem Flugzeug in freier Atmosphäre. Dem Anmelder ist es nicht bekannt, daß dieses Phänomen durchgehend erforscht bzw. je in die Praxis für die Luftmengenregelung eingesetzt worden ist.

Die Erfindung betrifft im weiteren die Verwendung eines drehbeweglichen Auftriebskörpers für die Regelung der Luftgeschwindigkeit in einem pneumatischen Fördersystem bzw. einem Luft-Entstaubungssystem.

Ausführungsbeispiele

In der Folge wird nun die Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele mit weiteren Einzelheiten erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1: einen Schnitt durch eine Luftmengenregelung in offener Stellung;
- Fig. 2: die Luftmengenregelung der Fig. 1 in halbgeschlossener Stellung;
- Fig. 3: das Regelverhalten (Druck/Luftmenge) eines Profiles gemäß Fig. 1 und 2;
- Fig. 4: eine einfache Anordnung für die neue Luftmengenregelung;
- Fig. 5: schematisch die Regelung einer ganzen Mühlenpneumatik.

In Figur 1 ist in der Luftleitung 1 eine Luftreguliereinheit 2 eingebaut, welche aus einem Rohrstück 3, einem Auftriebskörper 4 sowie einem Gegengewicht 5 besteht. Das Rohrstück 3 kann entweder als normales Rohr mit kreisförmigem oder z. B. mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet sein. Der Auftriebskörper 4 weist in der völlig offenen Lage einen Winkel α von wenigstens 10 Winkelgraden zu der Mittelachse 6 des Rohrstückes 3 auf, derart, daß durch die Luftströmung 7 in jedem Fall eine Schließkraft S entsteht. Die Schließkraft S ist dabei die gedachte resultierende Kraft, die sich aus der Summe der Auftriebskräfte an den Auftriebskörper 4 ergibt. Lediglich symbolisch ist dazu innerhalb einer Hüllkurve 8 ein für Tragflügel übliches Kraftfeld dargestellt, und zwar mit einer Vielzahl von Einzel-Kraftvektoren. Die tatsächlichen Werte der Kraftvektoren sind nicht ermittelt worden. Es ist aber nicht auszuschließen, daß der tatsächliche Kraftverlauf anders ist, nicht aber die resultierende Schließkraft S, die in erster Linie von Interesse ist. Im Gegensatz zu der Schließkraft S wirkt nun das Gewicht G des Gegengewichtes 5. Bei konstanter Luftgeschwindigkeit bildet sich ein Gleichgewicht zwischen den Schließkräften S sowie dem Gewicht G des Gegengewichtes 5.

Steigt nun die Luftgeschwindigkeit V_1 auf den doppelten Wert V_2 gemäß Fig. 2, so werden sofort die Auftriebskräfte S von S_1 und S_2 vergrößert. Dies hat eine Schließung auf etwa die halbe Öffnung zur Folge (Winkel β). Die Luftgeschwindigkeit vergrößert sich in dem verbleibenden Querschnitt aber doch. Die Summe aller Kräfte ergibt aber wieder ein neues Gleichgewicht, so daß der Druckunterschied „Pstat₁ vor“ zu „Pstat₂ vor“ sofort insofern ausgeglichen wird, als nun die Druckdifferenz durch die neue, mehr geschlossene Lage des Auftriebskörpers im Effekt eine nahezu gleiche Luftgeschwindigkeit $V_1 = V_2$ einstellt. Auf diese Weise regelt die Reguliereinheit tatsächlich in etwa auf eine konstante Luftgeschwindigkeit.

Die entsprechenden Änderungen werden in einem Bruchteil einer Sekunde vorgenommen, so daß für das Luftsystem nahezu keine Störung als Folge der Druckänderung in einer einzelnen Luftleitung 1 festgestellt wird. Dies ist ganz besonders wichtig auch für das Anlaufen von Ventilatoren.

In der Figur 2 ist schematisch der Verlauf einer Meßkurve 10 des Auftriebskörpers 11 als Verhältnis Druckverlauf P_a zu der Luftmenge m^3/min aufgetragen. Charakteristisch ist dabei, daß die Anströmseite 12 stark gerundet und die Abströmseite 13 spitz ausgeformt ist. Diese gibt eine beachtliche Dicke (D) des Profiles, die etwa ein Fünftel der Länge (L) des Profiles sein kann. Die Unterseite 14 des Auftriebskörpers 11 kann leicht nach innen gerundet oder aber auch flach ausgebildet sein. Die beschriebene Formgebung hat auch den Vorteil, daß weniger leicht Staub oder mehligte Partikel an der Oberfläche anhaften.

Das in der oberen Bildhälfte dargestellte Tragflügelprofil (Fig. 3) weist einen Drehpunkt bzw. eine Drehachse 15 auf, die bezüglich der Tiefe (L) des Profiles etwa in der Mitte liegt (a, a). Als weitere besondere Eigenheit hat der Auftriebskörper gemäß Fig. 3 in dem spitz zulaufenden Abströmende einen Einschnitt 16, der für die Luftkräfte ein Ungleichgewicht zugunsten der Schließkräfte in offener Stellung hat. Dies ermöglicht, ein schwereres Gegengewicht anzubringen, welches die Öffnungskräfte verstärkt. Dies hat zur Folge, daß die Auftriebskörper aus einer völlig offenen Lage sofort in Richtung Schließung und aus einer ganz geschlossenen Stellung sofort in Richtung Öffnen ansprechen. Mit einer strichpunktierten Linie 17 soll angedeutet werden, daß der Auftriebskörper jeder beliebigen Rohr- bzw. Kanalform, rund, oval, rechteckig usw., anpaßbar ist.

Es ist aber in besonderen Anwendungen, z. B. ganz besonders großen Querschnitten, möglich, zwei oder mehrere Auftriebskörper parallel nebeneinander zu verwenden. Die Genauigkeit des Resultates wird dabei erhöht, wenn zwischen jedem Auftriebskörper ein Führungsblech angeordnet wird, damit jeder eine eigene Kanalströmung ausbilden kann.

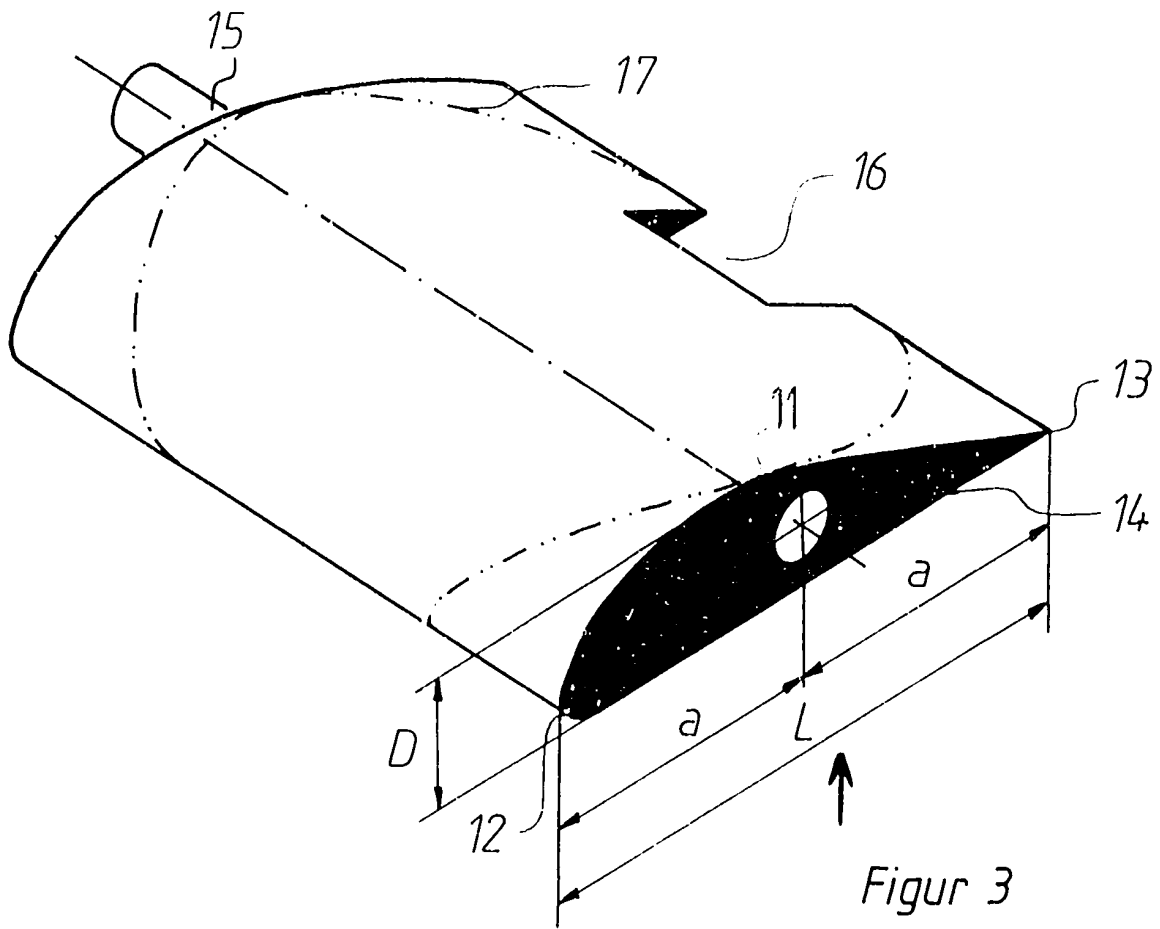
In der Figur 4 ist eine praktische Anwendung der neuen Luftregulierung dargestellt, welche in der Figur noch als Testanlage vervollkommen ist. Die einströmende Luftmenge wird über ein Venturi-Rohr 20 gemessen. Der Förderdruck kann über eine gewöhnliche Drossel 21 auf beliebige, gewünschte Werte eingestellt werden. Der statische Druck wird vor der Luftreguliereinheit 2 durch ein Manometer 22 festgestellt. Ein weiteres Manometer 23 mißt den statischen Druck nach der Luftreguliereinheit 2. Anschließend ist nochmals eine normal einstellbare Drossel 24 vorgesehen. Zur Stimulierung verschiedener Luftdruckverhältnisse ist zwischen einem Ventilator 26 und der einstellbaren Drossel 24 ein Lufteinlaßschieber 25 angeordnet. Nach dem Ventilator 26 ist ein Schalldämpfer 27 vorgesehen. In einer entsprechenden Versuchsanordnung konnte die Betriebssicherheit sowie auch die Wirksamkeit bei allen möglichen Betriebszuständen und Betriebsänderungen unter Beweis gestellt werden.

In der Fig. 5 ist die Regelung der Luftmenge für eine Mühlenpneumatik dargestellt. Die Leitungen 30 bis 36 sind pneumatische Produktförderrohre mit verschiedenen Querschnitten, wie dies in der Praxis üblich ist.

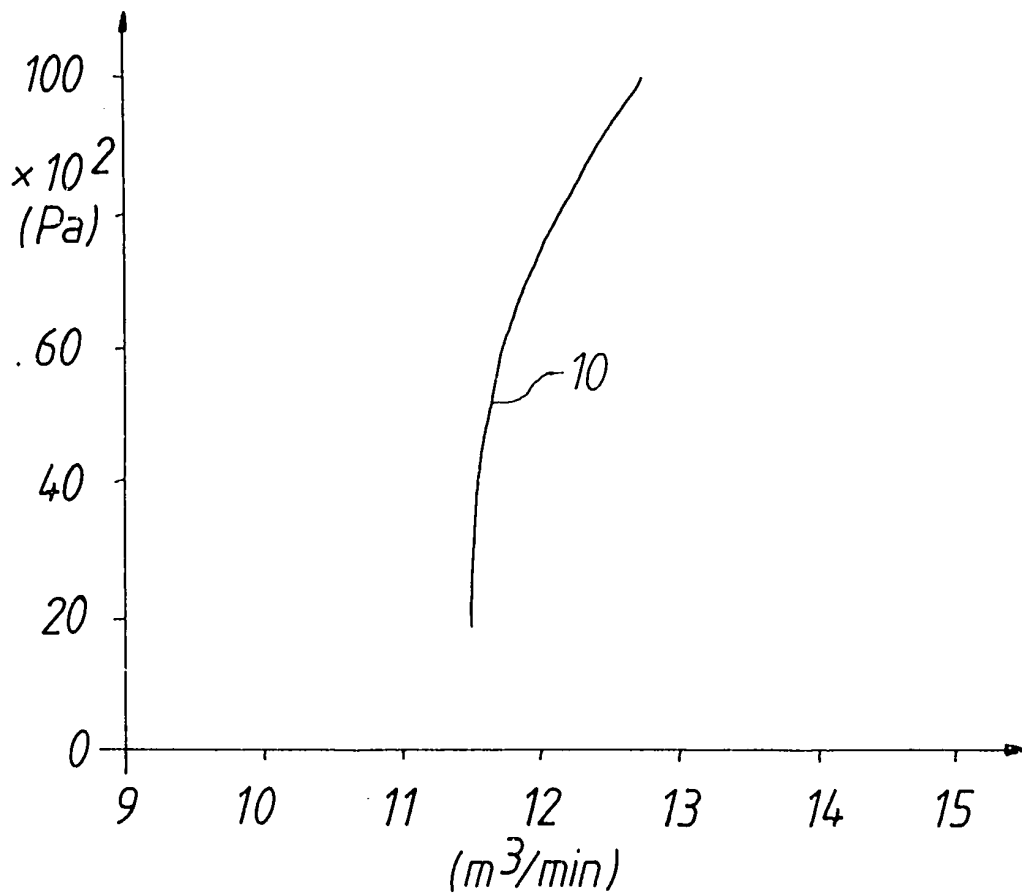
Mehr oder weniger punktiert soll andeuten, daß in der betreffenden Förderleitung im Moment viel, wenig oder kein Produkt gefördert wird. Würde zum Beispiel in den beiden größten Förderleitungen 32 und 36 kein Produkt gefördert, und die Luftmenge in den einzelnen Fördersträngen wäre nicht geregelt, so würde sich in diesen beiden Leitungen die Luftgeschwindigkeit extrem erhöhen, dies zu Lasten der kleinquerschnittigen Förderleitungen 30, 31, 33, 34, 35 und die Förderung könnte darin mangels genügender Luftgeschwindigkeit zusammenbrechen.

Mit der erfindungsgemäßen Regelung schließt sich nun aber bei momentan ausbleibender Produktförderung z. B. in der Förderleitung 36 die Luftreguliereinheit bis zu einem Minimalwert, welcher der Soll-Luftmenge entspricht. Entsprechend den Figuren 1 und 2 ist bei allen Förderleitungen durch entsprechende Schräglage der Gegengewichte die zugehörige Stellung des Auftriebskörpers symbolisch dargestellt.

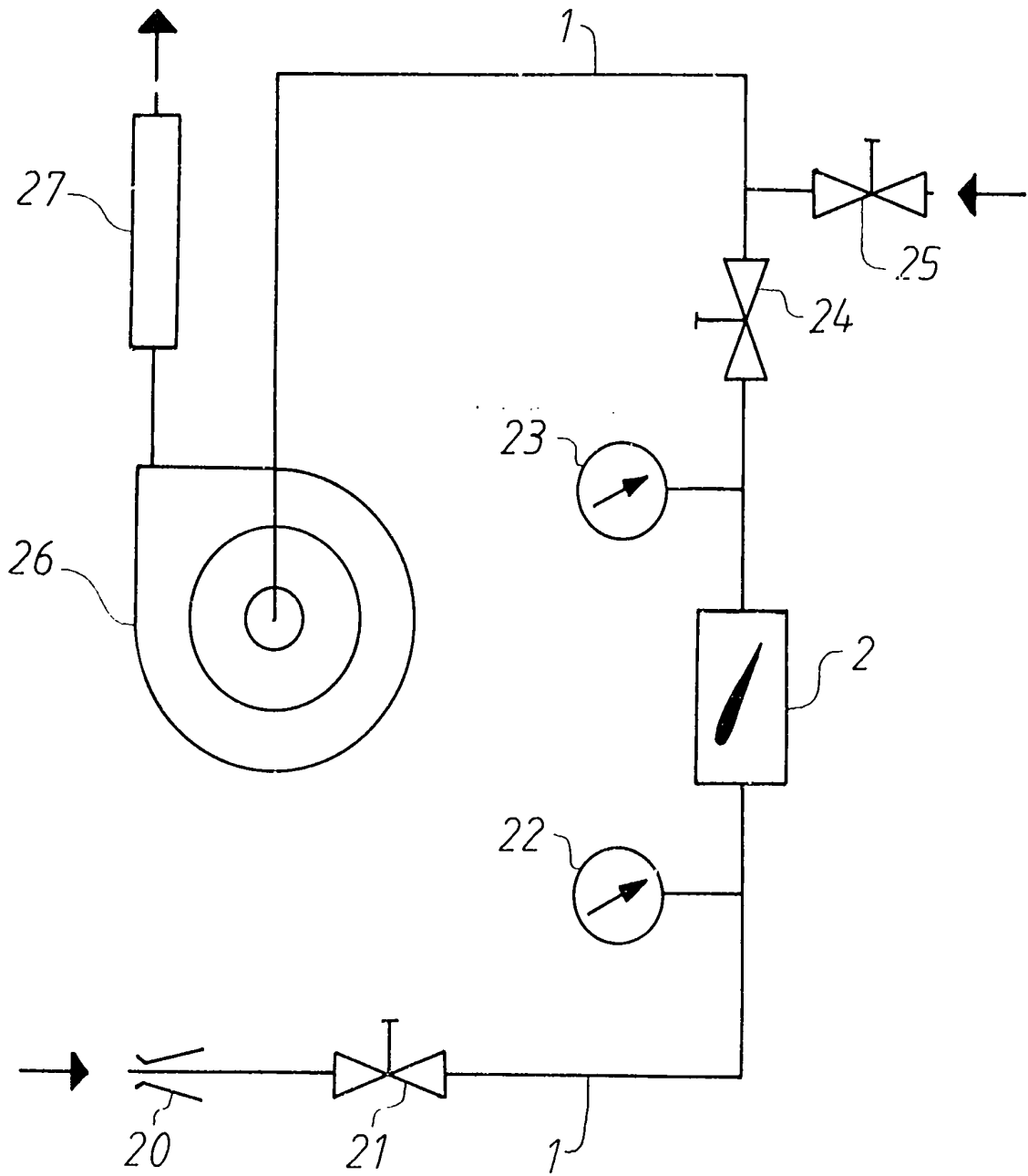
Im Ergebnis stabilisiert sich auf diese Weise das ganze System, so daß sich in der Sammelleitung 37 eine etwa konstante Luftmenge einstellt, ganz unabhängig davon, in welcher Förderleitung welche Produktmenge gefördert wird. Aus der Figur 5 ist ferner ersichtlich, daß z. B. für die kleine Förderleitung 33 keine Luftreguliereinheit vorgesehen ist. Sowohl von einem ökonomischen Standpunkt als auch von der Betriebssicherheit ist dies ohne weiteres zulässig, wenn die entsprechende Luftmenge nur vielleicht 10 bis 20% der gesamten Luftmenge ausmacht. Es kann sich dabei auch um einen Produktstrang handeln, in dem erfahrungsgemäß Produkte gefördert werden, die sehr stark haftend sind, etwa ganz feuchte Mehle. Hier riskiert man eine kleine Einbuße der Wirtschaftlichkeit, durch Nichtregeln der Luftmenge bzw. durch die Wahl einer in jedem Fall zu großen Luftmenge, dafür fällt eine Störmöglichkeit weg.

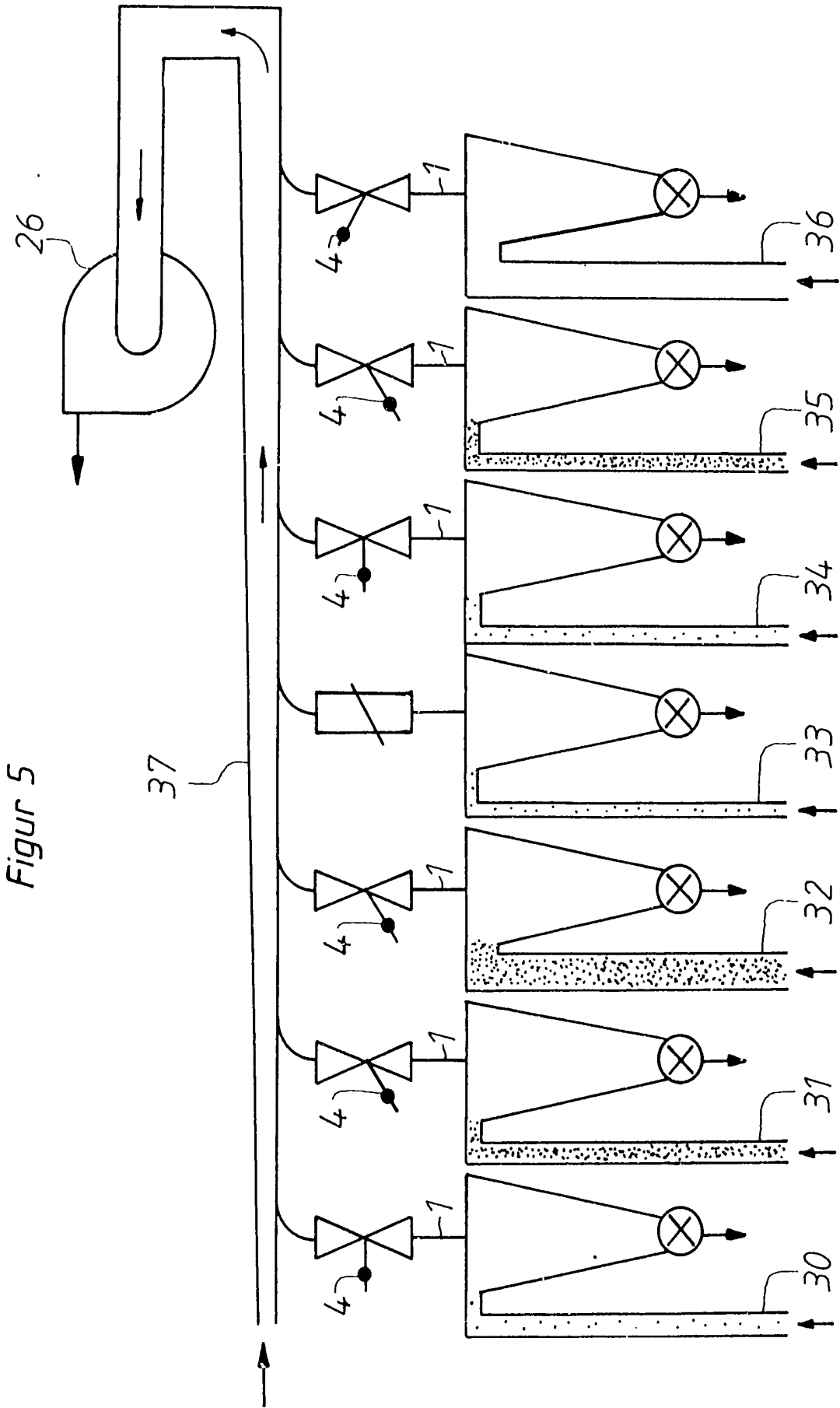


Figur 3



Figur 4





Figur 5