(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Juli 2001 (19.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/51777 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F01N

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/13261

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2000 (23.12.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 00 464.4 7. Januar 2000 (07.01.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ZEUNA-STÄRKER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Äußere Uferstrasse 61-73, 86154 Augsburg (DE).

(72) Erfinder; und

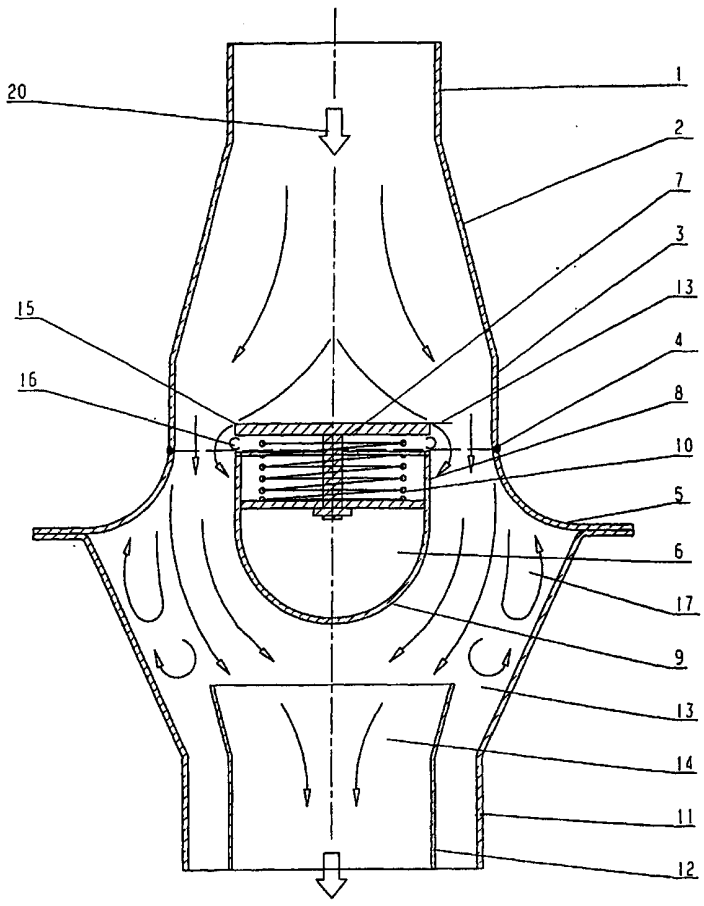
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BIRKE, Marek** [DE/DE]; Herrenbachstrasse 3, 86161 Augsburg (DE). **ELFINGER, Gerhard** [DE/DE]; Starzenbachstrasse 8, 85304 Ilmmünster (DE). **HAHNL, Wolfgang** [DE/DE]; Neschwitzweg 15, 04668 Grimma (DE). **KLEMENT, Jürgen** [DE/DE]; An der Königsmühle 10, 86663 Asbach-Bäumenheim (DE). **MAYR, Andreas** [DE/DE]; Durner Strasse 10, 86405 Meitingen (DE). **OLESEN, Mark** [CA/DE]; Predigerberg 20, 86150 Augsburg (DE). **REGENOLD, Klaus** [DE/DE]; Weideweg 10 d, 86316 Friedberg (DE).

(74) Anwalt: **GRÄTTINGER & PARTNER (GBR)**; Wittelsbacherstrasse 5, Postfach 16 55, D-82306 Starnberg 1 (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOW SWITCH

(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSSCHALTER



(57) Abstract: The invention relates to a flow switch comprising a feed channel (1), a Coanda tulip (5), at least two outlets (11 and 12) and a displacement body (6) which is arranged in the area of the Coanda tulip (5) and is provided with a flow surface (7) and a casing (8). The position of the flow surface (7) can be changed in the direction of flow.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Strömungsschalter mit einem Zuströmkanal (1), einer Coanda-Tulpe (5), mindestens zwei Auslaßkanälen (11 und 12) und einem im Bereich der Coanda-Tulpe (5) angeordneten Verdrängerkörper (6), der eine Anströmfläche (7) und einen Mantel (8) aufweist, ist die Lage der Anströmfläche (7) in Strömungsrichtung veränderbar.

WO 01/51777 A2

(81) **Bestimmungsstaaten** *(national)*: JP, US.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Strömungsschalter

Die Erfindung betrifft einen Strömungsschalter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die gesetzlichen Forderungen nach Lärmreduktion und Minderung von Schadstoffanteilen in den Abgasen von Verbrennungsmotoren führen zu immer komplexeren Abgasanlagen. Es entstehen Abgasanlagen mit immer größeren Strömungswiderständen. Der steigende Energieaufwand muß vom Motor bereitgestellt werden. Gleichzeitig steigen auch die Kosten für diese Anlagen. Dem stehen die Forderungen der Fahrzeughersteller nach Verminderung der Kosten, des Gewichts, des Kraftstoffverbrauchs und des Einbauraumes gegenüber.

Zur Lösung dieses Zielkonflikts werden zunehmend Mittel zur Steuerung und Lenkung der Abgase durch - je nach Betriebspunkt des Motors - unterschiedliche Behandlungsvorrichtungen eingesetzt. Die überwiegende Mehrheit der technischen Lösungen zur Stoffstromschaltung in Abgasanlagen betrifft dabei mechanische Klappen und Ventile (vgl. z.B. für Schalldämpfer: MTZ Motortechnische Zeitschrift 53 (1992) Heft 7/8; DE 19729666; EP 0902171; US 5821474; US 5801343; US 5744762; US 5739483; in Verbindung mit Abgaswärmetauschern: DE 19817391 A1; DE 19715939 C1; DE 19817340 A1; zur Abgasrückführung: DE 19637078 A1).

Der Vorteil dieser Lösungen besteht darin, daß die geometrischen Abmessungen der Schaltelemente in einem angemessenen Verhältnis stehen zu den Abmessungen der zu- und abführenden Rohrleitungen und der Gesamtanlage.

Allerdings treten bei Einsatz derartiger mechanischer Schaltelemente und Klappen folgende Probleme auf: Je näher das Schaltelement am Verbrennungsmotor angeordnet ist, um

so höher sind die Temperaturen, denen das Schaltelement ausgesetzt ist. Metallische Federwerkstoffe erreichen bei 700°C ihre Einsatzgrenze. Oberhalb dieser Temperaturen können keramische Federn eingesetzt werden. In entsprechender Weise müssen z.B. auch hochwertigere Lagerwerkstoffe aus Keramik eingesetzt werden. Die einzusetzenden Materialien werden allerdings mit steigender Temperaturbeständigkeit immer teurer. Im übrigen können mechanische Fertigkeitsprobleme entstehen; denn Abgasanlagen unterliegen gleichzeitig hohen mechanischen Anforderungen. Es treten Schwingungen mit Belastung bis zu 50-facher Erdbeschleunigung auf, zusätzlich wirken Temperaturwechsel- insbesondere Thermoschockbeanspruchungen.

Im übrigen erfordern mechanische Bauteile, bestehend aus Welle und Lager, immer ein definiertes Spiel, das im allgemeinen bei kalter Anlage größer ist als im betriebswarmen Zustand. Diese Spalte führen zu folgenden Problemen:

- Zu große Spalte verursachen durch die radiale Bewegung zwischen Welle und Lager Klappergeräusche.
  Große Spalte setzen auch die Lebensdauer der Bauelemente herab.
- Undichtigkeiten infolge großer Lagerspalte oder zwischen Verschlußorgan und Gehäuse erzeugen Pfeifgeräusche.
- Zu kleine Spalte im Lager führen infolge Verschmutzung oder unterschiedlicher Wärmeausdehnung von Welle und Lager zu Verklemmungen, die die Öffnungs- und Schließbewegungen des Verschlußorgans behindern.

Um diese Probleme zu lösen, bedarf es relativ aufwendiger Konstruktionen.

Die vorstehend angegebenen, mit mechanischen Schaltelementen verbundenen Probleme treten zu einem erheblichen Anteil bei Einsatz von fluidischen Schaltelementen als Stoffstrom-

Stellglied nicht auf. Allerdings entstehen, will man die aus A.W. Rechten, Fluidik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1976, 244 S. bekannten, vermaßten Haftstrahlelemente maßstabsgetreu auf Abgasanlagen übertragen, Schaltelemente, die in ihren Abmessungen wesentlich größer sind als die eigentlichen zu schaltenden Anlagenteile bzw. Behandlungsvorrichtungen. Damit sind diese Elemente in der dargestellten Form für den beabsichtigten Einsatz in Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen unbrauchbar.

Die DE 19709432 A1 und die DE 19729563 A1 offenbaren demgegenüber die Verwendung gattungsmäßiger Strömungsschalter in Verbindung mit Abgasanlagen für Kraftfahrzeuge. Jeweils soll der Abgasstrom abhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors unterschiedlichen Abgasbehandlungseinrichtungen zugeführt werden, wobei eine aktive, fremdgesteuerte wie auch eine passive, autonome Umschaltung des Schaltelements beschrieben wird.

Ein gewichtiges Problem derartiger Strömungsschalter ist die Stabilität des jeweiligen Schaltzustandes. Zur Aufrechterhaltung stabiler Schaltzustände wird regelmäßig eine Zirkulationsströmung benötigt, die in den bekannten technischen Lösungen durch eine konkave Prallfläche, DE 19729563, bzw. eine Ausnehmung im Keil zwischen den beiden Ausgängen, A.W. Rechten S. 92, erzeugt wird. Diese Ausnehmung bzw. konkave Ringfläche ist gegenüber dem engsten Strömungsquerschnitt angeordnet. Im engsten Strömungsquerschnitt treten aber die größten Strömungsgeschwindigkeiten auf. Diese hohen Strömungsgeschwindigkeiten führen in Verbindung mit den beschriebenen Vorrichtungen und ihrer Anordnung zu großen Strömungsverlusten im Schaltraum. Sie bewirken große Gegendrücke in der Abgasanlage. Hohe Gegendrücke sind aber nicht erwünscht, da sie sich leistungsmindernd auswirken. Außerdem sind diese Lösungen nicht sehr platzsparend.

Auch TESAR V. "Großmaßstäbliche fluidische Ventile für die Durchflußsteuerung" messen - steuern - regeln, Bd. 26 (1983) 4 S. 189 ff sowie J. Loll und K. Thomas messen - steuern - regeln, Bd. 26 (1983) 4 S. 186 ff beschreiben Strömungsschalter, die im wesentlichen den Coanda-Effekt als Wandeffekt und den Wirbeleffekt nutzen. Auch diese Schaltelemente sind mit bis zu 1000 mm Baulänge, bei vergleichbaren Rohrabmessungen, für den Einsatz in PKW-Abgasanlagen zu groß.

Der Coanda-Effekt als Haftströmung entlang gekrümmter Wände wird in zahlreichen weiteren Patenten genutzt: US 5435489; US 5577294; US 5957413; US 5438429; US 5658141.

Vor dem Hintergrund der vorstehend dargelegten Nachteile des Standes der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen insbesondere für Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen geeigneten Strömungsschalter zu entwickeln, der keine mittels nach außen geführter Wellen betätigten Verschlußelemente und somit keine abzudichtenden Lager für solche Wellen erfordert, der nur vergleichsweise geringe Strömungsverluste produziert, bei einem möglichst präzisen Schaltpunkt bistabile Schaltzustände ermöglicht, einen geringen mechanischen Fertigungsaufwand verursacht und annehmbare geometrische Abmessungen im Vergleich zur Gesamtanlage zuläßt. Besonders bevorzugt soll dabei der Strömungsschalter wahlweise sowohl als fremdgesteuerte Vorrichtung als auch als autonomes, aus sich selbst heraus wirkendes Schaltelement ausgeführt sein können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Strömungsschalter mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der Strömungsschalter nach der vorliegenden Erfindung umfaßt somit einen Zuströmkanal, eine Coanda-Tulpe, mindestens zwei Auslaßkanäle und einen Verdrängerkörper. Der

Verdrängerkörper ist dabei im Bereich der Coanda-Tulpe angeordnet. Der Verdrängerkörper weist eine Anströmfläche auf, der in Strömungsrichtung ein Mantel nachgeordnet ist; erfindungsgemäß ist dabei die Lage zumindest der Anströmfläche in Strömungsrichtung veränderbar.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Lageveränderbarkeit der Anströmfläche des Verdrängerkörpers in Strömungsrichtung begünstigt in Verbindung mit den übrigen Merkmalen des erfindungsgemäßen Schaltelements die Reproduzierbarkeit des Schaltpunkts, d.h. sie unterstützt maßgeblich, daß das Schaltelement möglichst präzise bei einem bestimmten, vorgegebenen Schaltpunkt von einem ersten Schaltzustand auf einen zweiten Schaltzustand umschaltet. Dies gilt unabhängig davon, ob der Strömungsschalter als passives Schaltelement oder aber als aktives, fremdgesteuertes Schaltelement (s.u.) ausgeführt ist.

Eine erste bevorzugte Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß nur die Anströmplatte mit der Anströmfläche lageveränderbar ist, wohingegen die verbleibenden Bauteile des Verdrängerkörpers ortsfest angeordnet sind; dies resultiert in einem besonders geringen Bauaufwand. Diese Bauweise ist allerdings nicht zwingend; vielmehr kann beispielsweise zusammen mit der Anströmplatte auch ein Teil des Mantels des Verdrängerkörpers oder der gesamte Mantel in Strömungsrichtung lageveränderbar sein.

Was die geometrische Form der Anströmfläche angeht, so besteht hier eine Gestaltungsbreite. So kann die Anströmfläche eben, mehr oder weniger konvex gewölbt oder mehr oder weniger konkav gewölbt ausgeführt sein. Besonders hervorhebenswert ist dabei, daß der erfindungsgemäße Strömungsschalter bei ebener Ausführung der Anströmfläche für die meisten Anwendungsfälle ausreichend gute Schalter-

gebnisse liefert. Auf diese Weise lassen sich Strömungsschalter nach der vorliegenden Erfindung besonders kostengünstig herstellen.

Letzteres gilt erst recht, wenn der Mantel zylindrisch ausgeführt ist. Bei dieser Bauweise ergibt sich im übrigen eine klar definierte Abreißkante im Bereich des Übergangs von der Anströmfläche zur Mantelfläche, was wiederum günstig ist im Hinblick auf das Schaltverhalten.

Der Zuströmkanal kann als einfaches zylindrisches Rohr ausgeführt sein, an das die Coanda-Tulpe unmittelbar anschließt. Besonders bevorzugt ist er indessen als zylindrisches Rohr mit einer zusätzlichen konischen Erweiterung mit anschließendem vorzugsweise zylindrischen Kanalabschnitt ausgebildet. Die Coanda-Tulpe schließt bei dieser Ausführungsform der Erfindung zweckmäßigerweise an jenen zylindrischen Kanalabschnitt an.

Der Mantel des Verdrängerkörpers ist vorzugsweise im wesentlichen zylindrisch ausgeführt. Bei spezifischen Schaltaufgaben kann der Mantel indessen auch Sonderformen aufweisen, beispielsweise indem er kegelförmig oder faßartig ausgebildet ist. Der Verdrängerkörper ist bevorzugt so dimensioniert und angeordnet, daß die Anströmfläche innerhalb der Coanda-Tulpe oder in einem stromaufwärts hierzu liegenden zylindrischen Kanalabschnitt angeordnet ist. Der Mantel befindet sich bevorzugt im Erweiterungsbereich der Coanda-Tulpe; er erstreckt sich in diesem Falle vollständig oder teilweise innerhalb der Coanda-Tulpe. Die Auslaßkanäle sind vorzugsweise konzentrisch angeordnet und mit Fangräumen versehen, die in ihrem Strömungsquerschnitt größer als die eigentlichen Auslaßkanäle ausgebildet sind. Der äußere Auslaßkanal schließt zweckmäßigerweise unmittelbar an die Coanda-Tulpe an.

Der Verdrängerkörper ist je nach Schaltaufgabe als Voll- oder mindestens teilweise als Hohlkörper ausgebildet. Der einfachste und somit kostengünstigste Aufbau ist eine ebene Anströmfläche, der in Strömungsrichtung ein zylindrischer Rohrabschnitt als Mantel nachgeordnet ist. Für die Erfüllung der einfachsten Schaltaufgaben ist nicht einmal ein stromabwärts gerichteter Abschluß erforderlich.

Will man jedoch den Schaltpunkt auch unter ungünstigen Bedingungen auf einen genau definierten Massenstrom einstellen, sind erfindungsgemäß folgende Zusatzmaßnahmen anwendbar:

- Die Anströmfläche kann eben, konkav oder konvex geformt sein.
- Der Durchmesser der Anströmfläche kann wahlweise größer, kleiner oder gleich dem äußeren Umfang des Mantels gewählt werden.
- Der äußere Umfang der Anströmfläche kann eine Fase und/oder eine Kante oder einen Grenzschichtzaun aufweisen, scharfkantig oder abgerundet sein. Die Anordnung von Unterbrechungen, Zacken oder beliebige Unregelmäßigkeiten sind möglich.
- Der Mantel kann als Zylinder, Kegel, faßartig oder wellig ausgebildet sein.
- Der stromabwärts gerichtete Abschluß des Verdrängerkörpers kann entfallen (s.o.), oder als im wesentlichen ebene Scheibe, als Halbkugel oder als sonstiges geeignetes Strömungsprofil ausgebildet sein.
- Bei bestimmten geometrischen Anforderungen an den Einbauraum kann das System aus Coanda-Tulpe, Verdrängerkörper, Zuströmkanal und Auslaßkanälen von der koaxialen, axialsymmetrischen Form abweichen. In diesem Sinne kommt beispielsweise zur besonders flachen Ausführung des Schaltelements eine zweidi-

mensionale Gestaltung mit einer ebenen Umströmung des Verdrängungskörpers in Betracht.

Die Wirkungsweise der Erfindung ist folgende:

Die Handhabung der erfindungsgemäßen Lösung kann auf zweierlei Art erfolgen: Entweder arbeitet der Strömungsschalter aus sich selbst heraus, passiv, autonom, oder der Schaltvorgang wird von außen durch einen aktiven, manuellen und/oder steuerungstechnischen Eingriff beliebig eingeleitet.

Wird in einem Prozeß gewünscht, daß zum Beispiel unterhalb eines vorgegebenen Wertes für die Gasgeschwindigkeit, den Massenstrom oder den Volumendurchsatz die Strömung durch Rohr 1 und oberhalb des Schaltpunktes in Rohr 2 geleitet wird, dann ist die autonome Schaltaufgabe vorteilhaft.

Je nach Vorgabe des Schaltpunktes ist der erfindungsgemäße Verdrängerkörper in einer definierten Position innerhalb der Coanda-Tulpe angeordnet. Der Anordnungspunkt hängt von den konkreten Prozeßparametern und der Strömungsführung im System ab. Versuche haben gezeigt, daß je nach Prozeßführung ein definierbares Schaltfenster existiert, das durch meist zwei axiale Positionslagen der ebenen Anströmfläche innerhalb der Coanda-Tulpe und/oder des Zuströmrohres begrenzt wird und durch die oben beschriebenen zusätzlichen Maßnahmen verschoben werden kann. Die Grenzen zeigen sich durch instabile Strömungszustände, die sich durch ein wechselseitiges Umschlagen der Strömung in die eine oder andere Schaltrichtung darstellen. Außerhalb dieser Grenzen erfolgt keine Schaltung.

Die vorstehend erläuterten Grenzen werden zum Umschalten genutzt. Innerhalb der beiden Grenzlagen strömt das Fluid entlang der Coanda-Tulpe radial nach außen. Außerhalb der

Grenzen ist die Strömung axial ausgerichtet. Durch den Zuströmkanal fließt der ungeteilte Abgasstrom dem Strömungsschalter zu. In einer ersten Schaltposition befindet sich die Anströmfläche zum Beispiel in der Ebene, die aus dem Ansatz der Coanda-Tulpe an den zylindrischen Kanalabschnitt gebildet wird. Die Strömung teilt sich, formt eine Ringströmung, die sich innen unmittelbar an der Außenkante der Anströmplatte ablöst, sich im äußeren Bereich an die Coanda-Tulpe anlegt und in den äußeren Auslaßkanal abgeleitet wird. Stromabwärts des Verdrängerkörpers entsteht eine Wirbelzone, die sich vom Nachlauf bis in den inneren Auslaßkanal erstreckt und den inneren Auslaßkanal strömungstechnisch verschließt. In einer zweiten Schaltposition befindet sich die Anströmfläche stromaufwärts der Stellung der ersten Schaltposition, und zwar im zylindrischen Kanalabschnitt des Zuströmkanals. Die Strömung bildet unmittelbar hinter der Außenkante der Anströmplatte auf dem Umfang der Mantelfläche einen Ablösewirbel, doch die Strömung wird gezwungen, sich wieder an die Mantelfläche des Verdrängerkörpers anzulegen. Die Strömung richtet sich axial aus und löst nun im äußeren Bereich von der Coanda-Tulpe ab. Die Strömung wird nun vom Verdrängerkörper so geführt, daß sie sich auch im Nachlauf des Verdrängerkörpers anlegt und durch den inneren Auslaßkanal abgeleitet wird. Im Nachlauf der Coanda-Tulpe bildet sich ein umlaufender Ringwirbel, der den äußeren Auslaßkanal strömungstechnisch verschließt.

Die Schaltung der Strömung wird erfindungsgemäß durch folgende Vorgänge eingeleitet:

Die autonom wirkenden Lösungen:

Eine erste autonom wirkende Lösung nutzt das Gleichgewicht zwischen der Kraft des auf die Anströmfläche wirkenden Staudrucks und einer auf die bewegbare Anströmplatte

wirkenden Feder, die vorzugsweise im Inneren des Verdrängerkörpers angeordnet ist.

Bei geringem Abgasmassenstrom befindet sich zum Beispiel die ebene Anströmfläche in einer ersten Schaltlage innerhalb des zylindrischen Kanalabschnitts. Die Strömung legt sich an die Mantelfläche des Verdrängerkörpers an und wird durch die erfindungsgemäße Form des Verdrängerkörpers dem innenliegenden Auslaßkanal zugeführt. Mit steigendem Abgasmassenstrom steigt der Staudruck auf die Anströmfläche. Die Anströmfläche verschiebt sich in Strömungsrichtung entgegen der Rückstellkraft der Feder, bis der zweite Schaltpunkt im Ansatzbereich der Coanda-Tulpe erreicht ist. Die Strömung legt sich nicht mehr an die zylindrische Mantelfläche des Verdrängerkörpers, sondern an die Coanda-Tulpe an und gelangt durch den äußeren Auslaßkanal. Ein weiterer Schaltbereich befindet sich innerhalb der Coanda-Tulpe. Er ist durch die oben beschriebene zweite Grenze markiert. Die Anströmfläche ist zunächst so angeordnet, daß die Strömung entlang der Coanda-Tulpe in den äußeren Strömungskanal abgeleitet wird. Steigert man nun den Massenstrom, dann steigt der Staudruck und die Anströmfläche bewegt sich stromabwärts über die zweite Grenzlinie. Es kommt zum Umschlag der Strömung. Sie legt sich wieder an den Verdrängerkörper an.

Eine weitere autonom wirkende Lösung nutzt die Wärmeausdehnung fester, flüssiger oder gasförmiger Mittel, die beispielsweise in Inneren des Verdrängerkörpers zur Bewegung der Anströmfläche angeordnet sind. Hier ergibt sich ein temperaturabhängiges Umschalten des Strömungsschalters.

Bei einer fremdgesteuerten Lösung ist beispielsweise ein äußerer Druck- oder Unterdruckgeber mit dem Innenraum des Verdrängerkörpers verbunden. Durch die Wechselwirkung von

Staudruck, Innendruck, einem ggf. vorgesehenen Federelement und äußerem Druckgeber kann man die Anströmfläche je nach Wunsch positionieren. Auch die Verschiebung des vollständigen Verdrängerkörpers ist möglich.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung bestehen darin, daß sowohl autonom- als auch fremdgesteuerte Ausführungen möglich sind und die vielfältigen Einsatzbedingungen abgedeckt werden können.

Autonome Lösungen sind insbesondere für den Einsatz in semiaktiven Schalldämpfern von Interesse, wenn bei einem geringen Abgasmassenstrom ein erster Strömungsweg und bei höherem Abgasmassenstrom ein zweiter Strömungsweg oder beide Strömungswege zu bevorzugen sind.

Unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung wird nachstehend die vorliegende Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erklärt. Dabei zeigt

Figur 1 eine erste bevorzugte Ausführungsform eines Strömungsschalters nach der vorliegenden Erfindung in Schaltzustand 1,

Figur 2 den Strömungsschalter gemäß Fig. 1 in Schaltzustand 2 und

Figur 3 eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines Strömungsschalters nach der vorliegenden Erfindung.

Die Figuren 1 und 2 zeigen den als Hybridschaltelement ausgeführten Strömungsschalter, bestehend aus einem Zuströmkanal 1 mit konischer Erweiterung 2 und zylindrischem Kanalabschnitt 3, an den sich die Coanda-Tulpe 5 und ein äußerer Auslaßkanal 11 mit Fangraum 13 anschließen. Der innere Auslaßkanal 12 mit Fangraum 14 befindet sich stromabwärts hinter dem Verdrängerkörper 6.

Der Verdrängerkörper 6 weist eine stirnseitig an einer Anströmplatte 25 angeordnete ebene Anströmfläche 7 mit äußerer Kante 15, einen zylindrischen Mantel 8, einen Nachlauf 9 und eine als Feder ausgebildete Stelleinrichtung 10, die sich im Inneren des Verdrängerkörpers 6 abstützt, auf. Die Anströmplatte 25 ist in Strömungsrichtung verschiebbar geführt, und zwar mittels der zentralen Führungsstange 26. Der Zuströmkanal 1 umfaßt eine konische Erweiterung 2 und einen weiteren zylindrischen Kanalabschnitt 3.

In Figur 1 befindet sich die ebene Anströmfläche 7 im Bereich des Ansatzes 4 der Coanda-Tulpe 5 an den zylindrischen Kanalabschnitt 3. In Figur 2 ist die ebene Anströmfläche 7 aufgrund des auf die Anströmfläche wirkenden geringen Staudrucks, der aus einem gegenüber Fig. 1 reduzierten Massenstrom resultiert, entgegen der Strömungsrichtung in den zylindrischen Kanalabschnitt 3 hinein verschoben.

In einem ersten Ausführungsbeispiel besteht die Schaltaufgabe darin, bei niedrigem Massendurchsatz das Abgas durch einen inneren Auslaßkanal 12 zu leiten. Bei großem Massenstrom soll das Abgas durch den Ringquerschnitt zwischen äußerem Auslaßkanal 11 und innerem Auslaßkanal 12 abgeleitet werden.

Die Feder als Stelleinrichtung 10 befindet sich in der Ausgangssituation bei niedrigem Abgasmassenstrom 20 in einem definierten Vorspannungszustand. Die ebene Anströmfläche 7 ist im zylindrischen Kanalabschnitt 3 positioniert. Der Abgasmassenstrom 20 teilt sich an der ebenen Anströmfläche 7, löst an der äußeren Kante 15 ab, bildet einen kleinen Ablösewirbel 16, der aber erlaubt, daß sich das Fluid wieder an die zylindrische Mantelfläche 8 des Verdrängerkörpers 6 anlegt. An der Innenfläche der

Coanda-Tulpe 5 löst der Abgasmassenstrom 20 ab und bildet ein umlaufendes Wirbelgebiet 17, das die Strömung stabilisiert und zum inneren Fangraum 14 bzw. zum inneren Auslaßkanal 12 führt. Mit steigendem Massendurchsatz erhöht sich der Staudruck auf die ebene Anströmfläche 7. Die ebene Anströmfläche 7 verschiebt sich axial in Strömungsrichtung. Im Schaltpunkt 2 befindet sich die ebene Anströmfläche 7 in Bereich des Ansatzes 4 der Coanda-Tulpe 5. Die Form der Strömung schlägt um und bildet sich jetzt gemäß Fig. 1 aus. Der Abgasmassenstrom 20 legt sich nicht mehr an die Mantelfläche 8 des Verdrängerkörpers 6 an. Es bilden sich hinter dem Nachlauf 9 ein großes Wirbelgebiet 18, das von der Kante 15 bis zum inneren Fangraum 14 reicht und den innenliegenden Auslaßkanal 12 strömungstechnisch verschließt. Auf dem äußeren Umfang legt sich der Abgasmassenstrom 20 an die Coanda-Tulpe 5 an, bildet eine stabile Ringströmung 19, die über den äußeren Fangraum 13 und den äußeren Auslaßkanal 11 abgeleitet wird.

Ist gefordert, daß im Schaltpunkt 2 ein Teil des Abgases weiterhin durch den inneren Auslaßkanal 12 strömt, erweitert man den inneren Fangraum 14 so, daß ein Teil der Ringströmung 19 auch durch den inneren Auslaßkanal 12 abgeleitet wird.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel, Figur 3, ist anstelle des Federelements 10 ein Wellrohrkompensator 22 zwischen Anströmfläche 7 und Mantelfläche 8 angeordnet. Der komplette Verdrängerkörper 6 bildet einen geschlossenen Hohlkörper, der mit einem Fluid gefüllt ist. Die Wärmedehnung des eingeschlossenen Fluides führt bei Temperaturerhöhung zur Verschiebung der ebenen Anströmfläche 7. Je nach der Temperatur des Abgases, der Größe des Staudrucks auf die Anströmfläche 7 und der Federsteifigkeit des Wellrohrkompensators 22 lassen sich so weitere autonome Schaltkombinationen erzeugen.

Den Variationsmöglichkeiten zur Lageveränderung der Anströmfläche 7 sind keine Grenzen gesetzt.

Will man das System fremd ansteuern, verbindet man zusätzlich den druckdicht abgeschlossenen Verdrängerkörper 6 gemäß Figur 3 über eine Verbindungsleitung 21 mit einem externen druckmittelbetriebenen Stellorgan 23. Die Lage der Anströmfläche 7 kann man so pneumatisch oder hydraulisch durch die Vergrößerung oder Verkleinerung des Innendrucks verändern.

Ansprüche

1. Strömungsschalter mit einem Zuströmkanal (1), einer Coanda-Tulpe (5), mindestens zwei Auslaßkanälen (11 und 12) und einem im Bereich der Coanda-Tulpe (5) angeordneten Verdrängerkörper (6), der eine Anströmfläche (7) und einen Mantel (8) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Anströmfläche (7) in Strömungsrichtung veränderbar ist.

2. Strömungsschalter nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Anströmfläche (7) mit einer Stelleinrichtung (20) verbunden ist.

3. Strömungsschalter nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Stelleinrichtung (20) als Federelement oder Wärmedehnelement ausgebildet ist.

4. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen Anströmfläche (7) und Mantel (8) ein Wellrohrkompensator (22) so angeordnet ist, daß der Verdrängerkörper (6) einen geschlossenen, dichten Hohlkörper bildet, der mit einem Fluid (24) gefüllt ist.

5. Strömungsschalter nach Anspruch 4, gekennzeichnet dadurch, daß der geschlossene, dichte Verdrängerkörper (6) über eine Verbindungsleitung (21) mit einem druckmittelbetriebenen Stellorgan (22) verbunden ist.

6. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerkörper (6) bewegbar angeordnet ist.

7. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßkanäle (11, 12) konzentrisch zueinander angeordnet sind und mit jeweils einem konischen oder zylindrischen Fangraum (13, 14) versehen sind.

8. Strömungsschalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Fangraum (13) radial nach außen versetzt an die Coanda-Tulpe (5) anschließt.

9. Strömungsschalter nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Auslaßkanal (12) mit einem Abstand stromabwärts hinter dem Verdrängerkörper (6) angeordnet ist.

10. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerkörper (6) an dem stromabwärts gerichteten Ende einen kugelförmigen oder ebenen Nachlauf (9) aufweist.

11. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel (8) des Verdrängungskörpers (6) im wesentlichen zylindrisch ausgeführt und bevorzugt im Erweiterungsabschnitt der Coanda-Tulpe (5) angeordnet ist.

12. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerkörper (6) als Hohlkörper ausgebildet ist.

13. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Anströmfläche (7) des Verdrängungskörpers (6) im wesentlichen eben ausgeführt und bevorzugt innerhalb der Coanda-Tulpe (5) angeordnet ist.

14. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rand der Anströmfläche (7) größer, kleiner oder gleich dem äußeren Durchmesser des Mantels (8) ist.

15. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel (8) kegel- oder faßförmig oder wellig ausgebildet ist.

16. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Anströmfläche (7) des Verdrängungskörpers (6) eben, konkav oder konvex ausgebildet ist.

17. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anströmfläche (7) im Bereich des Ansatzes (4) der Coanda-Tulpe (5) an den Zuströmkanal (1) oder einen zylindrischen Kanalabschnitt (3) des Zuströmkanals (1) oder innerhalb der Coanda-Tulpe (5) angeordnet ist.

18. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rand der Anströmfläche (7) scharfkantig, gebrochen, abgerundet, mit Unterbrechungen ausgebildet oder mit einem Grenzschichtzaun oder unregelmäßigen Erhebungen und/oder Vertiefungen versehen ist.

19. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in Anströmfläche (7) und/oder Mantel (8) Öffnungen angeordnet sind, die den Innenraum des Verdrängerkörpers (6) mit der Hauptströmung verbinden.

20. Strömungsschalter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen im Verdrängerkörper (6) oder in der Coanda-Tulpe (5) über Verbindungsleitungen mit einem weiteren fluidhaltigen Druckniveau verbunden sind.

21. Strömungsschalter nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Druckniveau entweder ein stromauf- oder stromabwärtiger Abschnitt der Kanalführung selbst oder ein Über- oder Unterdruckbehälter ist.

22. Strömungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das System aus Coanda-Tulpe (5), Verdrängerkörper (6), Zuströmkanal (1) und Auslaßkanälen (11, 12) nicht konzentrisch ausgeführt ist.

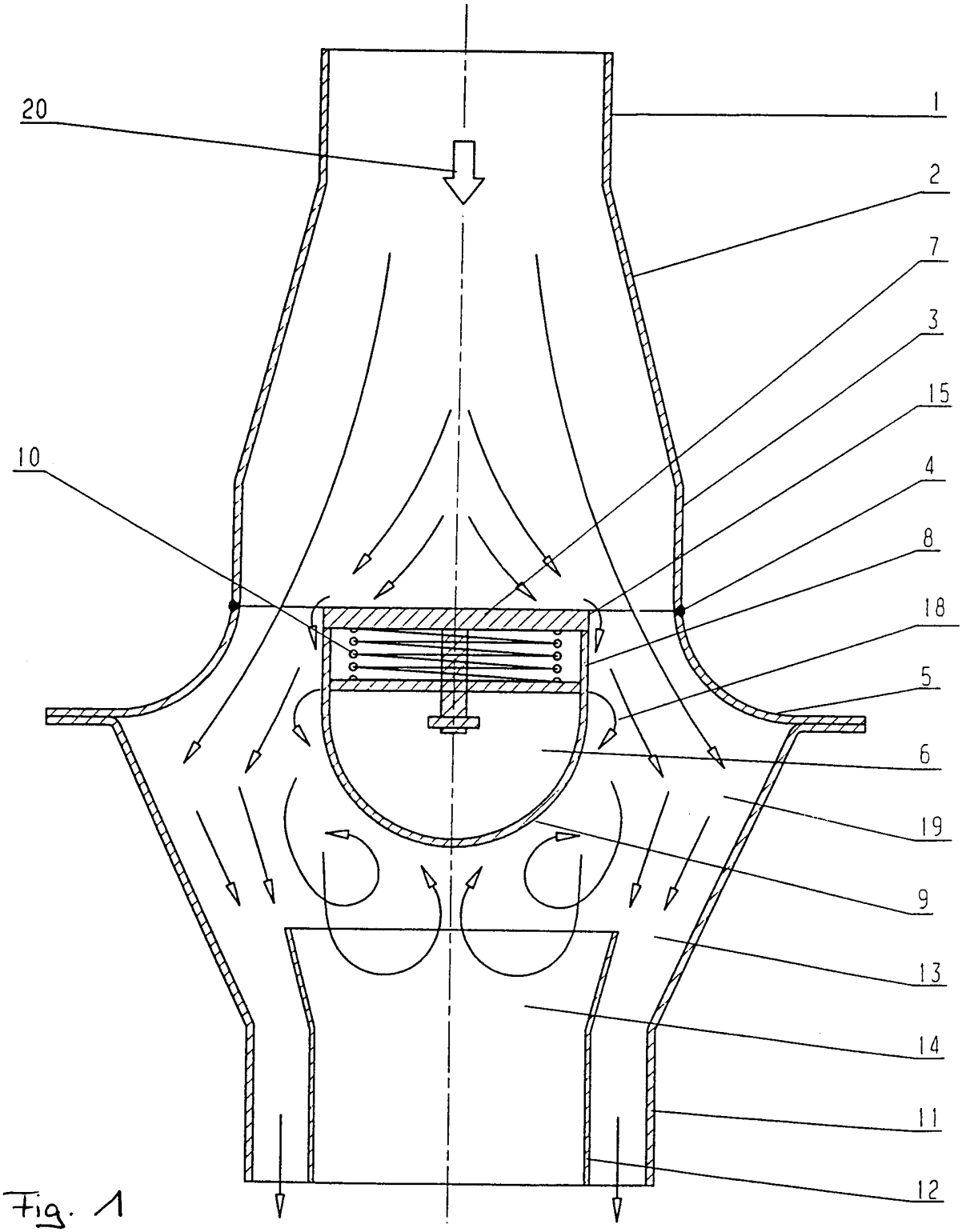


Fig. 1

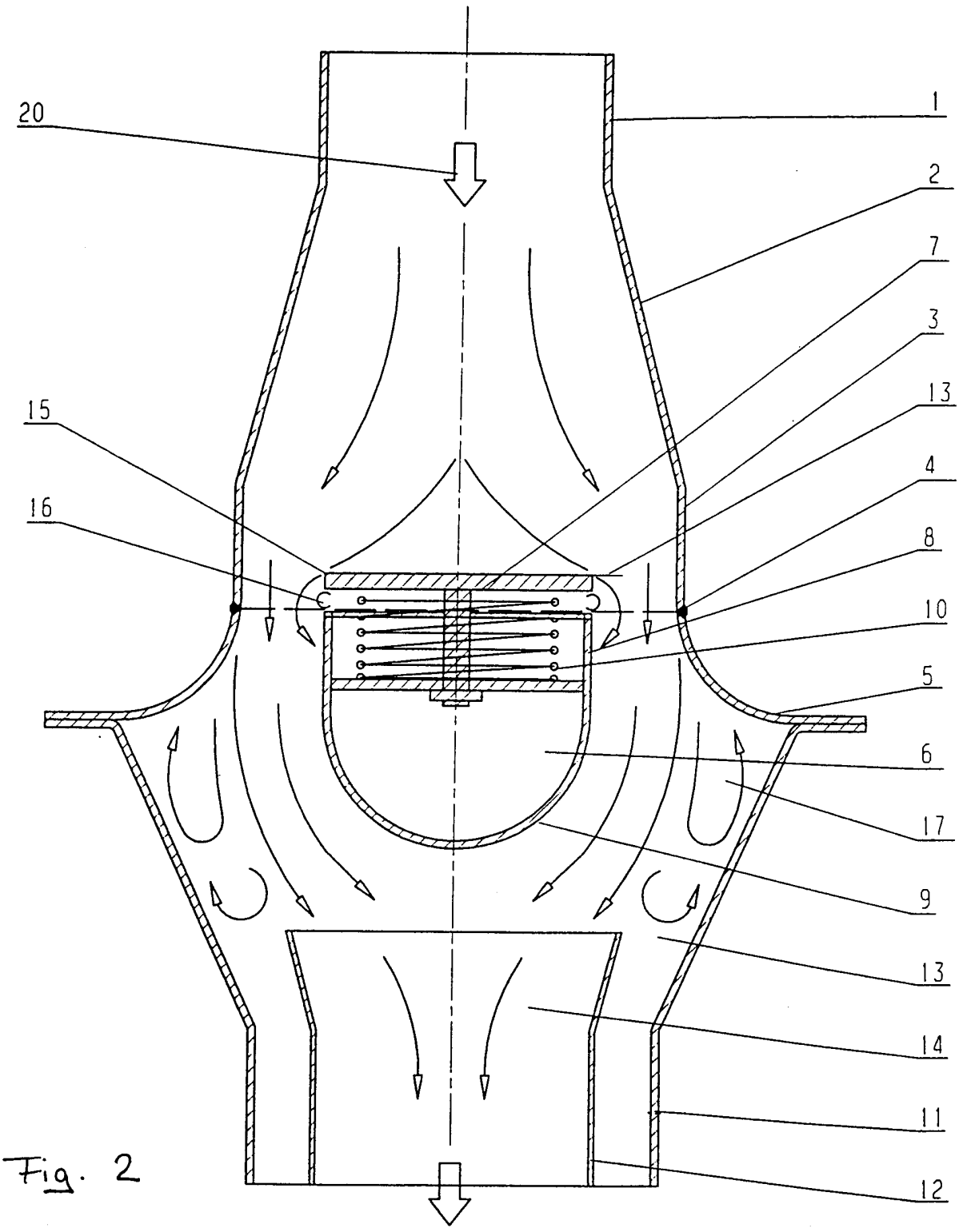


Fig. 2

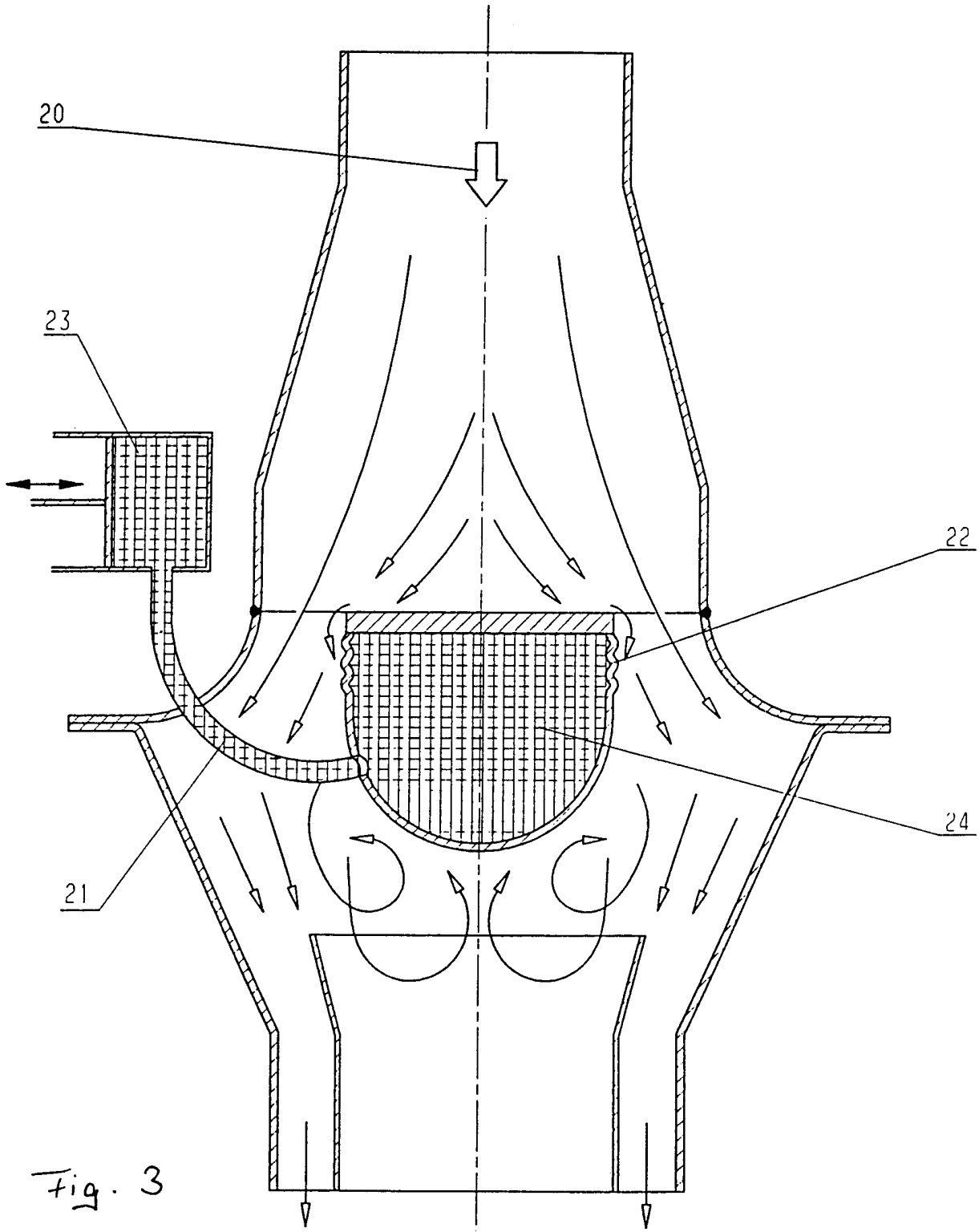


Fig. 3