



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 297 705 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 F 1/34
F 04 D 17/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD G 01 F / 344 144 2	(22)	24. 09. 90	(44)	16. 01. 92
(31)	G8911433.7	(32)	26. 09. 89	(33)	DE

(71) siehe (73)
 (72) Wieland, Heinz, Dipl.-Ing., DE
 (73) Gebhardt Ventilatoren GmbH & Co., Gebhardtstraße 2, W - 7112 Waldenburg, DE
 (74) Hübner, Neumann, Radwer, Rechtsanwalt und Patentanwälte, Frankfurter Allee 286, O - 1130 Berlin, DE

(54) Vorrichtung zur Bestimmung des Volumenstromes eines Radialventilators

(55) Radialventilatoren; Leistungsvermögen;
Volumenstrom; Druckmeßeinrichtung; Meßstelle;
Einströmdüse; Durchströmöffnung; Betriebsbedingungen;
Meßwertergebnisse

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Volumenstroms eines Radialventilators mit mindestens einer eine Durchströmöffnung begrenzenden und einem Ventilatorlaufrad vorgeordneten Einstromdüse. Um auch unter Betriebsbedingungen am Einsatzort mit relativ einfachen Mitteln exakte Meßwertergebnisse über das Leistungsvermögen von Ventilatoren zu erhalten, ist erfindungsgemäß mindestens eine Druckmeßeinrichtung 24 zumindest teilweise 29 an einer Meßstelle 23 im Bereich der Einstromdüse 10 und hierbei im Bereich der Durchströmöffnung 11 angeordnet, wobei zweckmäßigerweise sich die Meßstelle 23 oder der dort befindliche Teil 29 der Druckmeßeinrichtung 24 im Bereich des Innenumfanges der Einstromdüse 10 befindet.
Fig. 1

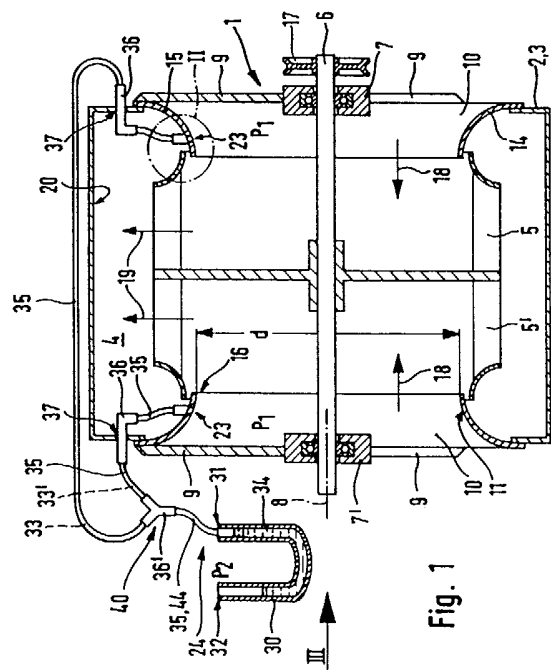


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Volumenstroms eines Radialventilators mit mindestens einer, eine Durchströmöffnung begrenzenden und einem Ventilatorlaufrad vorgeordneten Einströmdüse, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Druckmeßeinrichtung (24) zumindest teilweise (29) an einer Meßstelle (23) im Bereich der Einströmdüse (10) und hierbei im Bereich der Durchströmöffnung (11) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Meßstelle (23) oder der dort befindliche Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) im Bereich des Innenumfanges der Einströmdüse (10) befindet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßstelle (23) oder der dort befindliche Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) mit insbesondere in Axialrichtung (8) der Einströmdüse (10) gemessenem Abstand (a) zum lauftradseitigen Düsenende (16) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der axiale Abstand (a) zumindest in etwa das 0,25fache bis 0,5fache des Durchmessers (d) der Durchströmöffnung (11) im Bereich des lauftradseitigen Düsenendes (16) beträgt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein das jeweilige Ventilatorlaufrad umgebendes Spiralgehäuse mit parallel zur Laufradachse verlaufender Spiralachse und mit etwa parallel zu einer Tangente an die Einströmdüse verlaufendem Gehäuseaustritt vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßstelle (23) oder der dort befindliche Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) in einem sich über einen Winkel von 60° erstreckenden Umfangsbereich (α) der Einströmdüse (10) angeordnet ist, gemessen entgegen der Spiralöffnungsrichtung (22) zumindest in etwa ausgehend von der die Längsachse (45) des Gehäuseaustritts (21) zumindest in etwa rechtwinkelig kreuzenden, sich radial bezüglich der Düsen-Längsachse (8) erstreckenden Radialachse oder -linie (47).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein das jeweilige Ventilatorlaufrad umgebendes Spiralgehäuse mit parallel zur Laufradachse verlaufender Spiralachse und mit in einer Gebrauchsstellung in Richtung der Düsen-Längsachse gesehen oben links angeordnetem und nach links weisendem oder oben rechts angeordnetem und nach rechts weisendem Gehäuseaustritt vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßstelle (23) oder der dort befindliche Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) in einem sich über einen Winkel von 60° erstreckenden Umfangsbereich (α) angeordnet ist, gemessen ausgehend von dem oberhalb der Düsen-Längsachse (8) liegenden Abschnitt (48) einer in Höhenrichtung oder vertikal verlaufenden und die Düsen-Längsachse (8) kreuzenden Radialachse oder -linie (47) und hierbei bei oben links angeordnetem Gehäuseaustritt entgegen dem und bei oben rechts angeordnetem Gehäuseaustritt in dem Uhrzeigersinn.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßstelle (23) oder der dort befindliche Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) bei im Düsenbereich angeordneten Stützstreben (9), z. B. für Lager (7, 7'), im 60°-Umfangsbereich (α) winkelmittig zwischen zwei in Umfangsrichtung der Einströmdüse (10) benachbarten Streben (9', 9'') angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckmeßeinrichtung (24) eine Statik-Druckmeßeinrichtung ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckmeßeinrichtung (24) eine im Bereich der Meßstelle (23) angeordnete Düsenwanddurchbrechung (29) z. B. in Gestalt einer Bohrung oder eines Loches in der Wandung (14) der Einströmdüse (10) aufweist, deren Durchmesser (c) insbesondere 2 mm beträgt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckmeßeinrichtung (24) eine im Bereich der Wanddurchbrechung (29) insbesondere an der Außenseite der Düsenwandung (14) angeordnete Hülse (38) aufweist, deren Öffnung (39) an die Wanddurchbrechung (29) anschließt und zweckmäßigerweise coaxial zu dieser ausgerichtet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckmeßeinrichtung (24) einen Druckmesser (30) oder Druckvergleicher, insbesondere in Gestalt eines Manometers, z. B. ein U-Rohr-Manometer, aufweist, das mit dem an der Meßstelle (23) angeordneten Teil (29) der Druckmeßeinrichtung (24) verbunden ist oder diesen selbst bildet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckmesser (30) zwei Druckeingangsöffnungen (31, 32) aufweist, deren eine an die Ventilatorumgebung und deren andere an die Düsenmeßstelle (23) mündet.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckmeßeinrichtung (24) einen Meßkanal (33, 33') aufweist, der insbesondere im Innern eines Schlauches (35), einer Leitung od. dgl. ausgebildet ist und der sich zwischen dem Bereich der Meßstelle (23) und dem Druckmesser (30) bzw. -vergleicher erstreckt, wobei er meßstellenseitig gegebenenfalls an die Wanddurchbrechung (29) oder die Hülse (38) angebracht ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in einem Schlauch (35), einer Leitung od. dgl. ausgebildete Meßkanal (33, 33') ein gegebenenfalls als Spiralgehäuse ausgebildetes Ventilatorgehäuse (2) zumindest teilweise durchquert.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßkanal (33, 33') zumindest teilweise in Schlauch- oder Leitungskupplungen (36, 36') od. dgl. verläuft.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Meßstellen (23) vorhanden sind, z. B. bei zwei vorhandenen Einströmdüsen mindestens eine Meßstelle (23) pro Einströmdüse (10), wobei mehrere Meßstellen (23) gegebenenfalls insbesondere mit einer gemeinsamen Druckeingußöffnung (31) eines Druckmessers (30) oder -vergleichers verbunden sind.
17. Vorrichtung insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie Bestandteil eines Radialventilators (1) mit mindestens einer Durchströmöffnung (11) begrenzenden und einem Ventilatorlaufrad (5, 5') vorgeordneten Einströmdüse (10) ist, wobei mindestens eine Druckmeßeinrichtung (24) zumindest teilweise im Bereich einer Einströmdüse (10) und hierbei insbesondere im Bereich der Durchströmöffnung (11) angeordnet ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Volumenstroms eines Radialventilators mit mindestens einer, eine Durchströmöffnung begrenzenden und einem Ventilatorlaufrad vorgeordneten Einströmdüse.

Um das Leistungsvermögen von Radialventilatoren zu ermitteln, wird regelmäßig deren Ventiltorkennlinie $\Delta p = f(\dot{V})$ ermittelt. Aus der so ermittelten Kennlinie läßt sich das Betriebsverhalten ablesen. Ferner sind Vergleiche mit anderen Ventilatoren möglich. Die Ermittlung der Kennlinie erfolgt normalerweise in Labors auf genormten Prüfständen unter Berücksichtigung genormter Auswertrichtlinien. Die hierbei zugrundeliegende Meßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit ist sehr gut. In vielen Fällen ist es allerdings notwendig, Leistungsmessungen bei am Betriebsort bereits installierten Ventilatoren vorzunehmen. Beispielsweise um die Qualität bereits längere Zeit im Betrieb befindlicher Ventilatoranlagen oder Geräte zu erfahren. Hier sind naturgemäß normgerechte Bedingungen, die allein eine ausreichende Meßgenauigkeit gewährleisten, fast nie vorhanden. Man weicht daher häufig auf andere, der Norm lediglich angenäherte Meßmethoden aus. Es ist verständlich, daß die dabei erzielte Meßgenauigkeit relativ gering ist und auch durch vergrößerten Meßaufwand nur unwesentlich vergrößert werden kann.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Bestimmung des der Leistungsermittlung zugrundeliegenden Volumenstromes ($\dot{V}$) eines Radialventilators zu schaffen, die auch bei bereits am Betriebsort z. B. in ein Gerät eingebautem Ventilator und in Ermangelung normalerweise notwendiger Meßstrecken, Meßergebnisse auf schnelle Art und Weise und mit hoher Genauigkeit liefern kann, und die einfach im Aufbau ist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß mindestens eine Druckmeßeinrichtung zumindest teilweise an einer Meßstelle im Bereich der Einströmdüse und hierbei im Bereich der Durchströmöffnung angeordnet ist.

Radialventilatoren besitzen normalerweise mindestens ein Ventilatorlaufrad, dem entgegen der Strömungsrichtung eines im Betrieb erzeugten Gasstromes eine Einströmdüse zur klar definierten Zuführung des zu fördernden Gases, insbesondere Luft, vorgeordnet ist. Mit der Druckmeßeinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Bestimmung des Volumenstroms im Bereich der Einströmdüse und hierbei im Bereich deren vom Gasstrom durchquerten Durchströmöffnung an mindestens einer Stelle der vorherrschende statische Druck aufgenommen bzw. gemessen. Dieser Bereich der Einströmdüse, an dem sich die Druckmeßeinrichtung oder entsprechende Bestandteile davon befinden, sei als Meßstelle bezeichnet. Der so gemessene statische Druck an der Meßstelle kann mit dem an der Umgebung des Ventilators, insbesondere im Einbauraum des Ventilators, herrschenden statischen Druck verglichen werden. Auch andere Drücke können bei Bedarf als Bezugsdruck herangezogen werden. Die Differenz der beiden verglichenen Drücke ergibt einen sogenannten Geschwindigkeitsdruck, der sich zum Quadrat des Volumenstromes proportional verhält. Es gilt $\Delta p \sim \dot{V}^2$ bzw. $k \cdot \Delta p = \dot{V}^2$. Der Faktor k stellt hierbei einen konstanten Faktor dar, der alle störenden Einflüsse durch Stützstreben, Lagerungen, Düsenform, Fläche der Durchströmöffnung, Dichte des geförderten Gasmediums usw. berücksichtigen kann. Er läßt sich experimentell durch Vergleich mit dem unter Laborbedingungen gemessenen Volumenstrom ermitteln, es gilt

$$k = \frac{\dot{V}^2}{\Delta p}.$$

Der tatsächliche Volumenstrom ergibt sich dann aus der Gleichung

$$\dot{V} = \sqrt{k \cdot \Delta p \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2}}.$$

Hierbei bezeichnet p die Luftdichte an der Meßstelle bzw. Umgebung. Gegebenenfalls kann hier eine Abschätzung vorgenommen werden.

Auf diese Weise läßt sich unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung über die Ermittlung der Druckdifferenz problemlos der Volumenstrom und damit das Leistungsvermögen auch eines bereits eingebauten Ventilators ermitteln. Die Vorrichtung ist von einfachem Aufbau und leicht montierbar, auch an ursprünglich nicht für solche Messungen vorgesehenen Ventilatoren.

Vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist an der Meßstelle an der Einströmdüse eine Düsenwanddurchbrechung vorgesehen, die mit einem z. B. in einem Schlauch od. dgl. ausgebildeten Meßkanal mit einem Druckmesser, z. B. einem Manometer, der Druckmeßeinrichtung verbunden ist. Wenn dieser Druckmesser andererseits mit dem Umgebungsdruck beaufschlagt wird, ergibt sich ohne weiteres die gewünschte Druckdifferenz. Wegen der Druckbestimmung über die Wanddurchbrechung wird der Geschwindigkeitsanteil des im Bereich der Einströmdüse herrschenden Gesamtdruckes praktisch ausgefiltert, so daß eine äußerst exakte Messung vorliegt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen

- Fig. 1: einen Querschnitt durch einen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestatteten Radialventilator, in schematischer Darstellung, wobei es sich um einen zweiseitig saugenden Ventilator handelt,
 Fig. 2: eine vergrößerte Detaildarstellung des in Fig. 1 bei II strichpunktiert gekennzeichneten Ventilatorbereiches an der Meßstelle und
 Fig. 3: eine in Achsrichtung gesehene Vorderansicht des Ventilators aus Fig. 1 in Blickrichtung gemäß Pfeil III, die einen besonders günstigen umfangsseitigen Anordnungsbereich für eine Meßstelle zeigt.

In den Figuren ist zunächst ein Radialventilator 1 mit im Zusammenhang mit der Erfindung besonders vorteilhafter Ausgestaltung abgebildet. Er enthält außen ein Ventilatorgehäuse 2, das insbesondere als sogenanntes Spiralgehäuse 3 ausgebildet ist. In seinem Innern sind zwei zu einer Einheit zusammengefügte Radialventilator-Laufräder 5, 5' angeordnet. Sie sitzen auf einer zentral angeordneten Antriebswelle 6. Selbige ist beidseits der Laufräder 5, 5' an Lagern 7, 7' drehgelagert. Sie sind über radial mit Bezug zur Längsachse 8 der Antriebswelle 6 und des Ventilators 1 abstehende Streben 9 gegenüber dem Ventilatorgehäuse 2 abgestützt. Zweckmäßigerweise handelt es sich um drei unter Winkelabstand von 120° sternförmig angeordnete Streben 9 pro Lager 7, 7'.

Jedem Laufrad 5, 5' ist eine sogenannte Einströmdüse 10 vorgeordnet. Sie hat trichterähnliche Gestalt und schließt das Gehäuse 2 im Bereich der Lager 7, 7' beidseits kragenförmig ab. Die Düsenöffnung, nachfolgend als Durchströmöffnung 11 bezeichnet, wird von der Wandung 14 der Düse umfangsseitig coaxial umgeben. Im Bereich des nach außen weisenden Düsen Eintritts 15 ist der Querschnitt der Durchströmöffnung 11 größer und verringert sich allmählich in Richtung zum zugeordneten Laufrad 5, 5' bis zum laufradseitigen Düsenaustritt bzw. Düsenende 16. Der dort vorliegende Durchmesser der Durchströmöffnung 11 ist in Fig. 1 mit d bezeichnet.

Die Welle 6 und die drehfest mit ihr verbundenen Laufräder 5, 5' sind zu einer Rotationsbewegung um die Längsachse 8 motorisch antreibbar. Beispielhaft ist bei 17 eine auf die Welle 6 aufgezogene Riemenscheibe 17 abgebildet, die mit einem nicht näher dargestellten Antriebsmotor verbindbar ist.

Im Betrieb erzeugen die rotierenden Laufräder 5, 5' eine Gasströmung. Nachfolgend als Fördermedium bezeichnetes gasförmiges Medium, z. B. Luft, wird von außen durch die Einströmdüsen 10 im wesentlichen axial angesaugt (Pfeil 18), nach Durchströmen der Laufräder 5, 5' im wesentlichen radial ausgestoßen (Pfeil 19), um sodann vom Innern des Ventilatorgehäuses 2 entlang eines darin ausgebildeten, hier: spiralförmig Strömungskanals 20 zum Gehäuseaustritt 21 gefördert zu werden.

Der spiralförmige Strömungskanal 20 erstreckt sich radial außerhalb der Laufräder 5, 5' um dieselben und verfügt über einen sich in dortiger Strömungsrichtung 22 zum Austritt 21 hin erweiternden Querschnitt. Die Achse der Spirale fällt zweckmäßigerweise mit der Längsachse 8 zusammen.

Anstelle des hier beschriebenen zweiseitig saugenden Ventilators kann die Erfindung natürlich auch im Zusammenhang mit einem nur einseitig saugenden Ventilator mit nur einer Einströmdüse und einem oder mehreren nachgeschalteten Laufrädern verwirklicht werden.

An dem Ventilator 1 ist zu Zwecken der Bestimmung seiner Kennlinie bzw. seiner Leistung eine Vorrichtung zur Bestimmung seines Volumenstromes vorgesehen. Mit dieser Vorrichtung läßt sich der im Bereich einer jeweiligen Einströmdüse 10 an einer nachfolgend als Meßstelle 23 bezeichneten Stelle im Bereich der Durchströmöffnung 11 herrschende Betriebsdruck p_1 ermitteln, messen, anzeigen oder bestimmen. Aus dem Verhältnis oder der Differenz zum in der Umgebung, am Einbauort des Ventilators, herrschenden Druck p_2 läßt sich das pro Zeiteinheit durch die Düse strömende Volumen, der Volumenstrom $\dot{V}$, ermitteln. Damit läßt sich dann die Ventilator Kennlinie

$$\Delta p = f(\dot{V}) \quad (1)$$

bestimmen.

Die ermittelte Differenz p dieser beiden Drücke p_1 , p_2 ergibt einen sogenannten Geschwindigkeitsdruck, der proportional dem Quadrat des Volumenstroms ist,

$$\Delta p \sim \dot{V}^2 \quad (2)$$

$$k \cdot \Delta p = \dot{V}^2 \quad (3).$$

Dabei berücksichtigt der Faktor k alle störenden Einflüsse durch die Streben 9, Lagerungen 7, 7' und die Düsenform. Er berücksichtigt ferner die Durchtrittsfläche der Durchströmöffnung 11 sowie die Dichte des Fördermediums. Er kann experimentell durch Vergleich mit dem unter Laborbedingungen gemessenen Volumenstrom ermittelt werden als

$$k = \frac{\dot{V}^2}{\Delta p} \quad (4).$$

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß Leistungsnachweise von Ventilatoren auch dann erbracht werden können, wenn diese bereits im Betrieb sind und in Wände, Kanäle, Geräte schon eingebaut sind. Die Kennlinie kann also unmittelbar am Einsatzort des Ventilators mit sehr hoher Meßgenauigkeit aufgenommen werden. Hat man die Druckdifferenz Δp gemessen und eventuell die vorhandene Luftdichte abgeschätzt, kann der Volumenstrom problemlos nach der Gleichung

$$\dot{V} = \sqrt{k \cdot \Delta p \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2}} \quad (5)$$

berechnet werden.

Die Vorrichtung kann ganz oder teilweise laufend an einem Ventilator angebracht sein, so daß man sie unter Umständen sogar zum Ventilator zählen könnte. Vorteilhaft ist jedoch, wenn sie zumindest teilweise abnehmbar ist, so daß sie nacheinander zu Messungen bei verschiedenen Ventilatoren an unterschiedlichen Einsatzorten eingesetzt werden kann.

Zur Vorrichtung gehört mindestens eine Druckmeßeinrichtung 24, die an der auch als Druckentnahmestelle bezeichnbaren Meßstelle zumindest teilweise anordenbar ist. Die Meßstelle befindet sich im Bereich der Einströmdüse 10 und hierbei im Bereich der Durchströmöffnung 11.

Es ist von Vorteil, wenn sich die Meßstelle im Bereich des Innenumfanges der Einströmdüse 11 befindet. Dies ist beim Ausführungsbeispiel der Fall. Hier befindet sich ein Teil der Druckmeßeinrichtung an der betreffenden Stelle 23, bei diesem Teil oder Bestandteil handelt es sich um eine Durchbrechung 29 der Düsenwand 14 (siehe insbesondere Fig. 2). Diese Durchbrechung 29 ist vorzugsweise im Querschnitt kreisrund und kann z. B. eine Bohrung, eine Ausparung oder ein gestanztes Loch sein. Als bevorzugter Durchrechnungsmesser (c) können 2 mm empfohlen werden.

Vorzugsweise sitzt die Meßstelle 23 bzw. Durchbrechung 29 in einem Bereich der Wandung 14, in dem die Eintrittsströmung 18 rechtwinklig zur Durchbrechungsachse 28 vorbeiströmt. Auf diese Weise wird lediglich der in der Düse herrschende statische Druck erfaßt, die zugehörige Einrichtung kann man demzufolge als Statik-Druckmeßeinrichtung bezeichnen. Dies erhöht die Meßgenauigkeit, weil die von der Mediengeschwindigkeit abhängige Druckkomponente ausgeschaltet wird.

Es ist von Vorteil, wenn die Meßstelle 23 bzw. der dort befindliche Teil 29 der Druckmeßeinrichtung 24 mit in Axialrichtung der Einströmdüse 10 gemessenem Abstand a zum laufadseitigen Düsenende, d. h. zum Düsenaustritt 16, angeordnet ist (siehe Fig. 2). Ein Optimum dieses Abstandes a wird erreicht, wenn er das 0,25- bis 0,5fache des Austrittsdurchmessers d der Durchströmöffnung beträgt. Es kann von Vorteil sein, wenn die Wandung 14 im Bereich der Meßstelle 23 hohlzylindrisch konturiert ist und insbesondere einen solchen Endabschnitt der Wandung 14 darstellt. Insgesamt hat die Wandung 14 im Querschnitt gesehen, wie die Fig. 1 und 2 zeigen, vorzugsweise bogenförmige Kontur.

Die Druckmeßeinrichtung 24 enthält außerdem vorzugsweise einen Druckmesser oder Druckvergleicher 30. Er kann zweckmäßigerweise die vorherrschende Druckdifferenz Δp messen bzw. ermitteln. Beim Ausführungsbeispiel erfolgt dies unmittelbar durch Vergleich der beiden Drücke p_1 , p_2 . Hier ist der Druckmesser 30 als Manometer ausgebildet, z. B. als U-Rohr-Manometer. Es verfügt über zwei Druckeingangsöffnungen 31, 32, die sich z. B. an den beiden Enden des U-förmigen Manometergehäuses befinden. Die eine Druckeingangsöffnung 31 steht mit einer jeweiligen Meßstelle 23 in Verbindung, während die andere Druckeingangsöffnung 32 mit der Umgebung des Ventilators kommuniziert. Die an beiden Druckeingangsöffnungen 31, 32 vorherrschende Druckdifferenz wird durch den Druckmesser 30 zur Anzeige gebracht. Beim Ausführungsbeispiel wird eine im Manometer enthaltene Anzeigeflüssigkeit 34 entsprechend ausgelenkt. Bei beiden Drücken p_1 , p_2 handelt es sich vorzugsweise um statische Drücke.

Unter Umständen kann der Druckmesser 30 und/oder eine zugehörige Anzeigeeinrichtung unmittelbar an der Meßstelle 23 angeordnet sein. Dann gehört der Druckmesser auch zu dem an der Meßstelle angeordneten Teil der Druckmeßeinrichtung. Eine Erleichterung der Handhabung ergibt sich jedoch bei der beispieलगemäßen Ausführungsform.

Hier ist der Druckmesser 30 mit dem an der Meßstelle 23 angeordneten Teil der Druckmeßeinrichtung, der Durchbrechung 29, verbunden und befindet sich neben dem Ventilator. Er ist mithin gut handhabbar und ablesbar. Zur Verbindung ist ein Meßkanal 33, 33' vorgesehen.

Der Meßkanal 33, 33' ist zumindest teilweise im Innern eines oder mehrerer Schläuche 35 ausgebildet, die auch durch andere leitungsförmige oder rohrförmige Elemente ersetzt sein können. Die Schläuche 35 führen von der einen Druckeingangsöffnung 31 zur jeweiligen Meßstelle 23. Der besseren Verlegbarkeit wegen können anstelle eines einzigen, zur jeweiligen Meßstelle 23 führenden Schlauches 35 wie abgebildet auch mehrere, hintereinandergeschaltete Einzelschläuche vorhanden sein, die mittels Anschlußverbindungsstücken bzw. Kupplungsstücken 36 miteinander verbunden ist. Weil der Meßkanal 33, 33' zur Außenseite der jeweiligen Einströmdüse 10 herangeführt wird, durchquert er teilweise das Gehäuse-Innere 4. An den Gehäusewand-Durchdringungsstellen 37 vorgesehene Kupplungsstücke 36 können ein Beschädigen einer eventuell vorhandenen Schlauchverbindung ausschließen.

Vorzugsweise weist die Druckmeßeinrichtung 24 eine im Bereich der Wanddurchbrechung 29 insbesondere an der Außenseite der Düsenwandung 14 angeordnete Hülse 38 auf. Sie ist fest an der Wand 14 angeordnet, z. B. im Rahmen einer Steck- oder Schraubverbindungseinrichtung. Auch Anschweißen oder Ankleben kommt hier in Frage. Ihre Hülsenöffnung 39 ist in axialer Verlängerung zur Durchbrechung 29 vorgesehen, beider Durchmesser können übereinstimmen. Eine koaxiale, fluchtende Ausrichtung ist hier von Vorteil.

Wegen der Hülse ergeben sich genauere Meßergebnisse, außerdem kann ein in einen Meßkanal 33, 33' enthaltender Schlauch od. dgl. an ihr problemlos angebracht werden. Die Hülsenöffnung 39 kommuniziert dann mit dem jeweiligen Meßkanal. An der Hülse 38 können geeignete Anschlußverbindungseinrichtungen für Schläuche, Leitungen od. dgl. vorgesehen sein, die ein insbesondere lösbares Verbinden erlauben.

Obwohl pro Einströmdüse mehrere Meßstellen 23 vorhanden sein können, reicht im Normalfall eine einzige solche aus. Handelt es sich, wie beim Ausführungsbeispiel, um einen zweiseitig saugenden Ventilator 1, dann kann jede der beiden Einströmdüsen 10 mit einer oder mehreren der beschriebenen Meßstellen und zugehörigen Druckmeßeinrichtung 24 ausgestattet sein (vgl. Fig. 1).

In diesem Falle ist es allerdings zweckmäßig, nur einen einzigen Druckmesser 30 vorzusehen und zu den Meßstellen der beiden Einströmdüsen 10 führende getrennte Meßkanäle 33, 33' an einer Stelle 40 vor dem Erreichen der Druckeinguangsöffnung 31 zusammenzuführen. Hier kann z. B. ein Winkel-Kupplungsstück 36' hilfreich sein. Es ergibt sich so eine Art Parallelschaltung unter Bildung eines Mittelwertes für einen gemeinsamen statischen Düsendruck p_1 . Ausgehend von der Vereinigungsstelle 40 kann die Weiterführung mit nurmehr einem einzigen Meßkanal und entsprechend einer einzigen Schlauchleitung 44 od. dgl. zur Druckeinguangsöffnung 31 des Druckmessers 30 erfolgen.

Es sind weiterhin bevorzugte Umfangsbereiche einer jeweiligen Einströmdüse 10 vorhanden, an denen die Anbringung der Meßstellen 23 bzw. der zugehörigen Teile der Druckmeßeinrichtung 24 besonders vorteilhaft ist. Hierzu sei auf die Fig. 3 verwiesen.

Bei dem beispielhaft beschriebenen Ventilortyp verläuft der Gehäuseaustritt 21 parallel zu einer Tangente 45 an die Einströmdüse 10. Mit anderen Worten, der Gehäuseaustritt 21 weist in etwa in tangentialer Richtung, so daß das Fördermedium bei entsprechender innerer Gehäusekontur ebenfalls tangential abströmt (Pfeil 46). Basierend darauf, ergibt sich für die Meßstelle 23 als bevorzugter Einbaubereich der in Fig. 3 durch α bezeichnete Winkelbereich. Dieser beträgt vorzugsweise zumindest in etwa 60° und wird gemessen entgegen der Spiralöffnungsrichtung 22 zumindest in etwa ausgehend von der die hier mit der Tangente 45 zusammenfallenden Längsachse des Gehäuseaustritts 21 zumindest in etwa rechtwinklig kreuzenden, sich radial bezüglich der Düsen-Längsachse 8 erstreckenden Radialachse bzw. Radiallinie 47 des Ventilators. Beim Ausführungsbeispiel befinden sich Durchbrechung 29 und gegebenenfalls vorhandene Hülse 38 am Ende des Winkelbereiches, wobei der Winkel α genau 60° beträgt. Je nach Ausführungsform kann die Anordnung der Meßstelle auch bei geringeren Winkeln vorteilhaft sein.

Die Fig. 3 zeigt den beispielhaften Ventilator 1 in einer bevorzugten Gebrauchs- bzw. Einbaulage. Der Gehäuseaustritt 21 befindet sich hier im oberen linken Gehäusebereich und weist zur linken Seite. Bezugnehmend auf ein bei der Längsachse 8 seinen Ursprung besitzendes Koordinatensystem befindet sich der Gehäuseaustritt 21 im zweiten mathematischen Quadranten. Die Strömung 22 im Spiralgehäuse 3 erfolgt entgegen dem Uhrzeigersinn. Der sich in Umfangsrichtung erstreckende Winkelbereich α wird hier gemessen ausgehend von dem oberhalb der Düsen-Längsachse 8 liegenden Abschnitt 48 einer in Höhenrichtung bzw. vertikal verlaufenden und die Längsachse 8 kreuzenden Radialachse 47. Bezugnehmend auf das Koordinatensystem handelt es sich hier um den positiven Abschnitt der Ordinate. Die Winkelmeßrichtung verläuft im Uhrzeigersinn.

Wird der Ventilator 1 gegenüber dieser Position um seine Achse 8 verdreht eingebaut, ergibt sich die gleiche Bemessungsregel für den Winkelbereich α , wenn man annimmt, daß sich das Koordinatensystem mitdreht.

Wenn das maßgebliche Laufrad 5, 5' eine entgegengesetzte Drehrichtung aufweist, ändert sich selbstverständlich die Betrachtungsweise. Der Gehäuseaustritt 21 verlagert sich dann in den ersten mathematischen Quadranten, die Strömungsrichtung 22 ist dann im Uhrzeigersinn gerichtet, und der Winkel α bemißt sich entgegen diesem Sinne. Sollten sich, wie beim Ausführungsbeispiel, Stützstreben vor oder in der Durchströmöffnung 11 befinden, dann ist es zweckmäßig, die jeweilige Meßstelle 23 innerhalb des maximalen Winkelbereiches α – hier: 60° – winkelmittig zwischen zwei in Umfangsrichtung der Einströmdüse 10 benachbarten Streben 9', 9'' anzuordnen. Dann ergeben sich geringstmögliche Beeinflussungen der Meßgenauigkeit durch von den Streben beispielsweise hervorgerufene Turbulenzen. In Fig. 3 ist die entsprechende Anordnung gewählt, bei der sich die Meßstelle 23 bei unter 120° angeordneten Streben 9', 9'' umfangsmittig bei 60° befindet.

