

(19)



(11)

EP 2 577 071 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(51) Int Cl.:
F15D 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11722448.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/058944

(22) Anmeldetag: **31.05.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/151323 (08.12.2011 Gazette 2011/49)

(54) **KANAL MIT STRÖMUNGSLEITFLÄCHE**

DUCT HAVING A FLOW-GUIDING SURFACE

CANAL À SURFACE DE GUIDAGE D'ÉCOULEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **22.02.2011 DE 102011012039**
17.06.2010 DE 102010024091
01.06.2010 DE 102010022418

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.04.2013 Patentblatt 2013/15

(73) Patentinhaber: **ESG MBH**
76532 Baden-Baden (DE)

(72) Erfinder:
• **WURZ, Dieter**
76530 Baden-Baden (DE)
• **HARTIG, Stefan**
77855 Achern (DE)

(74) Vertreter: **Henkel, Breuer & Partner**
Patentanwälte
Brienner Strasse 1
80333 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 414 021 FR-A5- 2 165 330
US-A- 5 335 501

EP 2 577 071 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] In vielen verfahrenstechnischen Anlagen stellt sich die Aufgabe, Strömungs- und Zustandsfelder in Fluidströmungen zu homogenisieren. Ein Grund hierfür liegt darin, dass die Inhomogenität der Geschwindigkeitsverteilung in einem Fluid hinter einer Anlagenkomponente zu erhöhten Druckverlusten oder auch zu Schwingungsanregung in nachfolgenden Anlagenteilen führen kann. Außerdem können durch inhomogene Temperatur- und Konzentrationsfelder in Fluiden Korrosionsschäden verursacht werden. Daher existiert in manchen Fällen auch unabhängig von der Aufgabe einer Homogenisierung der Geschwindigkeitsverteilung das Ziel, das Feld der Zustandsgrößen in einem strömenden Fluid zu homogenisieren. Nachfolgend bezeichnen wir dieses Fluid als primäres Fluid.

[0002] Ferner kann es notwendig sein, gasförmige oder auch in einem Trägergas suspendierte partikuläre Additive, die wir als sekundäres Fluid bezeichnen, möglichst homogen in die Grundströmung eines primären Fluids einzumischen. In manchen Fällen soll jedoch lediglich ein heißeres Gas als sekundäres Fluid in das primäre Fluid eingemischt werden, z. B. um eine Beladung des primären Fluids mit Tropfen durch Verdunstung abzubauen. In vielen Fällen steht für die Bewältigung dieser Mischungs - Aufgabe nur eine verhältnismäßig kurze Laufstrecke der Strömung des primären Fluids zur Verfügung. Es ist bekannt, dass der Druckverlust, den das primäre Fluid in einem Mischer erleidet, in aller Regel umso höher ausfällt, je kürzer die verfügbare Mischungsstrecke ist.

[0003] Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Lösung der Aufgabe angeboten, die Homogenisierung von Strömungs- und Zustandsfeldern innerhalb einer relativ kurzen Laufstrecke bei möglichst geringen Totaldruckverlusten oder in vielen Fällen sogar mit Druckrückgewinn zu bewerkstelligen. Unter Druckrückgewinn verstehen wir dabei einen Anstieg des mittleren statischen Drucks in der Primärfluid - Strömung.

Stand der Technik

[0004] Die US 5 335 501 A beschreibt einen von einem Fluid durchströmten Kanalabschnitt mit Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung. Im Kanalabschnitt sind Einbauten angeordnet, durch welche der Kanalquerschnitt in wenigstens 3 Teilkanäle aufgeteilt wird. Die Verdrängungsdicke wenigstens eines Teils der Einbauten nimmt dabei in Strömungsrichtung zu.

[0005] Aus der EP 0 414 021 A2 ist ein Induktivdurchlass mit mindestens einer schlitzförmigen Einlassöffnung und mindestens zwei Auslassöffnungen, die an einander zugewandten Seiten durch einen Staukörper begrenzt sind, bekannt, welcher in seinem Grundriss dem Querschnitt der Einlassöffnung angepasst und, der Strömungsrichtung folgend, in einem senkrechten Abstand zur Ebene der Einlassöffnung angeordnet ist, wobei zwei

Blechplatten, von denen eine einen Rahmen für die Einlassöffnung und die andere je einen Rahmen für die Auslassöffnungen bildet, vorgesehen sind, wobei zur Erzeugung der Einlassöffnung die eine Blechplatte mit einem doppel-T-förmigen Schlitz versehen ist und die beiden dadurch entstehenden Zungen jeweils in Richtung auf eine Auslassöffnung umgebogen sind und wobei zur Bildung der Auslassöffnungen die andere Blechplatte mit zwei U-förmigen Schlitzten versehen ist und die beiden dadurch entstehenden Zungen in Richtung auf die Einlassöffnung abgewinkelt sind.

[0006] In der FR 2 165 330 A5 wird ein Abgasaustrittskanal offenbart, der zur Regulierung und Orientierung eines Luftstroms dient, wobei sich der Querschnitt des Abgasaustrittskanals in der Strömungsrichtung weitet. Ferner ist ein Mobilteil vorgesehen, das den Verschluss darstellt, eine pyramidale Form aufweist und den Querschnitt des Abgasaustrittskanals in zwei Teilkanäle aufteilt, wobei die Verdrängungsdicke des Mobilteils 7 in der Strömungsrichtung zunimmt.

[0007] Nachfolgend orientieren wir uns an der Situation, wie sie häufig stromab großer Axialgebläse 9 gemäß dem Stand der Technik angetroffen wird, Fig. 1. Dort schließt sich an das Gebläselaufrad 10 mit den Laufschaufeln 11 in aller Regel ein Ringdiffusor 1 an. In diesem Diffusor soll die mit einem Querschnittsmittelwert von ca. 80 - 100 m/s recht hohe Abströmgeschwindigkeit 35 des primären Fluids unter Druckrückgewinn abgebaut und die Geschwindigkeitsverteilung homogenisiert werden.

[0008] Der Ringdiffusor 1 besteht hier aus einem sich schwach erweiternden kegelförmigen Gehäuse 2 und einem zylindrischen Innenkörper 3, auch Nabenkörper genannt, der eine stumpfe Endfläche 4 besitzt, sodass hier eine sprunghafte Querschnittserweiterung erzeugt wird, die einem Carnot'schen Stoßdiffusor entspricht.

[0009] Der Nabenkörper 3 ist über mehr oder weniger sternförmig radial ausgerichtete Bleche 5 und 6 in zwei axialen Positionen 7 und 8 zentriert. Dabei können die Bleche 5 als Nachleitschaufeln des Gebläses gekrümmt ausgeführt sein, mit dem Ziel, den Drall in der Abströmung des primären Fluides aus den Laufschaufeln abzubauen und somit eine weitgehend axiale Durchströmung der nachfolgenden Komponente zu erreichen. An den Ringdiffusor 1 schließt sich bei diesem Beispiel ein kurzer zylindrischer Kanalabschnitt 12 sowie ein 90° - Krümmer 13 an. Der Krümmer ist mit einem Leitgitter 14 ausgerüstet. Da auch ein aerodynamisch optimiertes Krümmerleitgitter einen relevanten Druckverlust aufweist, wirkt es in manchen Situationen wie ein das Strömungsfeld vergleichmäßigendes Drosselgitter.

[0010] Die Axialgeschwindigkeitsverteilung 15 des primären Fluids weist am Eintritt in den Ringdiffusor 1 hinter den Laufschaufeln 11 eines Axialgebläses, insbesondere bei hoher aerodynamischer Belastung relativ hohe Übergeschwindigkeiten auf, wobei das Geschwindigkeitsmaximum 16 zu einem größeren Radius r_{vmax} verlagert ist. In dem hier dargestellten schlanken Ringdiffu-

sor 1 kommt es durch innere Reibung in dem hoch turbulenten Strömungsfeld des Primärfluids zu einer Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung und somit zu einem Abbau des Geschwindigkeitsmaximums 16. Nach einer sehr langen Laufstrecke der Strömung würde sich ein turbulentes Gleichgewichts - Geschwindigkeitsprofil herausbilden, welches durch große Geschwindigkeitsgradienten in Wandnähe gekennzeichnet ist. Man spricht hier gelegentlich von einem annähernd kastenförmigen Profil bzw. von einem Blockprofil. Das am Austritt 17 aus dem Ringdiffusor 1 dargestellte Geschwindigkeitsprofil 18 hat zwar noch nicht die Gestalt eines turbulenten Gleichgewichts - Geschwindigkeitsprofils angenommen, aber sich diesem doch bereits erheblich angenähert. Das Geschwindigkeitsmaximum 16 des Ausgangsprofils 15 ist weitgehend abgebaut und die Umwandlung des Profils 15 in das Profil 18 führt zu einem Anstieg des statischen Drucks in Strömungsrichtung des Primärfluids, nach landläufiger Ausdrucksweise zu einem Druckrückgewinn, obwohl der Prozess der Strömungsverzögerung selbstverständlich mit einem Totaldruckverlust verbunden ist.

[0011] Fig. 2 zeigt eine zweite Ringdiffusor - Konfiguration 19 nach dem Stand der Technik, die sich durch eine wesentlich stärkere Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung des Primärfluids auszeichnet. Hier ist die Außenbegrenzung 2 wie schon bei der Konfiguration nach Fig. 1 als kegelig schwach divergentes Gehäuse ausgeführt. Zusätzlich ist der Nabenkörper 3 in zwei Abschnitten 20 und 21 in Strömungsrichtung konvergent gestaltet, wie dies auch der Fachliteratur zu entnehmen ist. Bei der hier dargestellten Geschwindigkeitsverteilung 15, die durch geringe Strömungsgeschwindigkeiten in Wandnähe, oder genauer, durch niedrige Geschwindigkeitsgradienten und somit durch eine geringe Wand Schubspannung TW gekennzeichnet ist, verkraftet die Strömung längs des Nabenkörpers den Druckanstieg in Strömungsrichtung bei dem dargestellten Beispiel nicht, und es kommt zur Strömungsablösung mit Rückströmzonen 40. In diesem Fall wird allenfalls ein geringer Druckrückgewinn erzielt. Der schlankere Diffusor gemäß Fig. 1 kann dann strömungstechnisch hinsichtlich des erzielbaren Druckrückgewinns überlegen sein.

[0012] Fig. 3 zeigt eine weitere Konfiguration, die sich von jener gemäß Fig. 2 dadurch unterscheidet, dass ein Drosselgitter 22, welches aus Stäben 24 aufgebaut sein kann, im Bereich des hinteren Endes 23 des Nabenkörpers eingebaut ist. Durch die Rückwirkung des Drosselgitters auf die Strömung des Primärfluids kann die Strömungsablösung an der Nabe verhindert werden. Dieses Drosselgitter kann als sogenanntes Gradientengitter konfiguriert sein, wodurch eine Anpassung an die Geschwindigkeitsverteilung der Strömung des Primärfluids am Eintritt in den Ringdiffusor möglich ist. Sollte in einem Zwischenabschnitt trotz des Einbaues des Drosselgitters dennoch Strömungsablösung auftreten, legt sich die Strömung zum Drosselgitter hin wieder an die Feldbehandlungen an.

[0013] Ein derartiges Drosselgitter leidet unter zwei negativen Eigenschaften: Es erzeugt einen erheblichen Druckverlust. Es bewirkt nur eine kleinräumige Vermischung, die näherungsweise der Maschenweite des Gitters entspricht. Der wesentliche Vorteil liegt in einer Homogenisierung der Geschwindigkeitsverteilung stromauf der nachgeschalteten Komponenten, sodass beispielsweise der Druckverlust in einem nachgeschalteten Krümmer oder in einem Register aus Schalldämpferkullissen erheblich reduziert werden kann.

[0014] Bereits in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 024 091 waren Maßnahmen vorgeschlagen worden, mit denen eine Verzögerung der Strömung in sich stark erweiternden Kanalabschnitten bei geringen Totaldruckverlusten bzw. bei einem relevanten statischen Druckrückgewinn zu erzielen ist. Hierfür wurden Verdrängungskörper vorgeschlagen, die als zur Hauptachse zentrisch symmetrische Ringe ausgeführt sind und die zur Hinterkante hin verdickt sind. Derartige konzentrische Verdrängungskörper sind prinzipiell bekannt. Ein zusätzliches kennzeichnendes Merkmal der Ausführung gemäß der deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 024 091 besteht darin, dass die Querschnitte zwischen den zur Hauptachse konzentrischen Verdrängungskörpern auf eine bestimmte Weise bemessen sind. Und zwar sollte in allen Teilkanälen derselbe Druckverlauf erzeugt werden, unabhängig von der Geschwindigkeitsverteilung am Eintritt in diese Komponente. Aber es stellt sich natürlich auch die Frage nach einer möglichst einfachen und somit kostengünstigen Ausführung der Verdrängungskörper. Die Herstellung konzentrischer Ringe, die in Strömungsrichtung verdickt sind, ist teuer und ferner sind derartige Bauteile relativ schwer, sodass sie Probleme hinsichtlich der Statik verursachen könnten.

[0015] Außerdem werden derartige konzentrische Verdrängungskörper, die gleichzeitig die Funktion von Leitkörpern ausüben, in der EP 0789195 A1 beschrieben. Die Anwendung derartiger konzentrischer Verdrängungskörper beschränkt sich bisher auf Diffusoren bei Flugtriebwerken oder bei stationären Kompaktgasturbinen. Hier sind die Abmessungen vergleichsweise gering und die Fertigungskosten für derartige Ringe spielen keine entscheidende Rolle.

[0016] Aus dem Bestreben, die Gesamtheit der beteiligten Komponenten in ihrem Zusammenspiel zu optimieren, haben sich die Erfinder noch einmal intensiv mit einer sowohl unter aerodynamischen Aspekten als auch hinsichtlich der Fertigungskosten vorteilhaften Gestaltung der Verdrängungskörper befasst.

[0017] In der nachfolgend beschriebenen Lösung geht es prinzipiell darum, dass bei einem derart großen Gesamtöffnungswinkel des stark erweiterten Kanalabschnitts hinter einem schlanken Gebläsediffusor nur dann Strömungsablösung vermieden werden kann, wenn der Querschnitt durch Verdrängungskörper teilweise blockiert wird. Die Strömung tritt dann in Gestalt einzelner Jets aus den Zwischenräumen aus, die von den Verdrängungskörpern freigegeben sind. Die Verzöge-

zung der Strömungsgeschwindigkeit wird nur soweit getrieben, dass keine Strömungsablösung in den Kanalabschnitten auftritt. Die Strömungsablösung wird auf definierte Kanten am Austritt der Einbauten beschränkt.

[0018] Die vorliegende Erfindung betrifft einen von einem Primärfluid durchströmten Kanalabschnitt mit Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung sowie mit Einbauten, durch welche der Kanalquerschnitt in wenigstens 2 Teilkanäle aufgeteilt wird, wobei die Verdrängungsdicke wenigstens eines Teils der Einbauten in Strömungsrichtung zunimmt, wobei der Kanalabschnitt einen schlanken Gebläsediffusor mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 10° bis 20° aufweist, an welchen sich ein stark erweiterter Kanalabschnitt mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 20° bis 120° anschließt, wobei die Einbauten als radial verlaufende V-förmige Zwickelbleche in dem stark erweiterten Kanalabschnitt ausgeführt sind.

[0019] Erfindungsgemäss werden anstelle von konzentrischen Verdrängungskörpern im Wesentlichen radial verlaufende V-förmige Zwickelbleche in den stark erweiterten Kanalabschnitt eingebaut, wie in Fig. 13 und 15 der vorliegenden Erweiterung dargestellt ist. Diese Ausgestaltung gemäß der Erfindung bietet insbesondere bei den großen Gebläsen für Kraftwerke mit einem Diffusordurchmesser von ca. 5 m entscheidende Vorteile hinsichtlich der Fertigungskosten. In aller Regel ist es vorteilhaft, die radialen V-förmigen Zwickel nicht bis zum Nabenkörper durchzuführen. Dies würde nahe der Nabe eine zu starke Querschnittsversperrung bewirken. Daher wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, die Zwickel an einem zur Diffusorachse konzentrischen Innenringenden zu lassen, der nur noch über einfache radiale Stegbleche mit der Nabe verbunden ist.

[0020] Aber wenn der Nabenkörper des Gebläsediffusors bereits im Endabschnitt des Gebläsediffusors abgestützt ist, könnte auf eine Abstützung der Einbauten in dem sich anschließenden stark erweiterten Kanalabschnitt zur Nabe hin verzichtet werden. Er würde dann durch die Anhängung an das Gehäuse des stark erweiterten Kanalabschnitts zentriert werden.

[0021] Zwischen den V-förmigen radialen Zwickeln können zusätzlich noch Leitschaukeln vorgesehen sein, die eine Zuteilung der Strömung zum nachfolgenden Querschnitt unterstützen. Diese zur Diffusorhauptachse konzentrischen Leitbleche müssen dann aber nicht unbedingt in Strömungsrichtung und somit zur Hinterkante hin verdickt ausgeführt werden. Sie können vielmehr aus gewalzten und doppelt gekrümmten dünnwandigen Blechringabschnitten bestehen, die kostengünstig herzustellen sind und nur ein geringes Zusatzgewicht bedingen.

[0022] In Sonderfällen, die eine Aufteilung der Strömung in einzelne Jets erfordern, können aber auch beide Lösungsansätze kombiniert werden, also die konzentrischen Verdrängungskörper, die zur Hinterkante hin verdickt sind und die radial verlaufenden V-förmigen Zwickelbleche. Dabei kann es ausreichend und sogar vor-

teilhaft sein, die konzentrischen Verdrängungskörper 49 lediglich in die Endabschnitte der V-förmigen Zwickelbleche einzubauen.

[0023] Die radial verlaufenden Zwickel, die schon aus Gewichtsgründen hohl ausgeführt sind, können für die Zuführung eines sekundären Fluids genutzt werden, welches in das primäre Fluid eingemischt werden soll. Jedem Zwickel wäre dann ein Eintrittsstutzen zugeordnet, Fig. 15. Die Gesamtheit der Stutzen würde über eine hier nicht dargestellte Ringleitung mit dem sekundären Fluid beaufschlagt werden.

[0024] Ausserdem können auch in einem kurzen Diffusor mit relativ starker Querschnittserweiterung Zonen mit Strömungsablösung weitgehend unterbunden werden. Es kann eine großräumige Vermischung in der Strömung des Primärfluids bewirkt werden. Es kann ein möglichst hoher Druckrückgewinn erzielt werden.

[0025] Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei Anlagen nach dem Stand der Technik in vielen Fällen ein zusätzlicher Mischer in den Kanal hinter einem Gebläse eingebaut werden muss; dieser Mischer erzeugt natürlich einen zusätzlichen Druckverlust. Wenn dieser Mischer durch die Mischwirkung der neuartigen Diffusorkonfiguration gemäß der Erfindung entfallen kann, ist dies als Nutzeffekt der neuen Diffusorkonfiguration zu werten. Letztlich geht es ja um den Gesamtdruckverlust, der zum Erreichen eines vorgegebenen Ziels aufgewandt werden muss.

[0026] In vielen verfahrenstechnischen Anlagen stellt sich die Aufgabe, Strömungs- und Zustandsfelder in Fluidströmungen zu homogenisieren. Ein Grund hierfür liegt darin, dass die Inhomogenität der Geschwindigkeitsverteilung in einem Fluid hinter einer Anlagenkomponente zu erhöhten Druckverlusten oder auch zu Schwingungsanregung in nachfolgenden Anlagenteilen führen kann. Außerdem können durch inhomogene Temperatur- und Konzentrationsfelder in Fluiden Korrosionsschäden verursacht werden. Daher existiert in manchen Fällen auch unabhängig von der Aufgabe einer Homogenisierung der Geschwindigkeitsverteilung das Ziel, das Feld der Zustandsgrößen in einem strömenden Fluid, hier als primäres Fluid 41 bezeichnet, zu homogenisieren. Das primäre Fluid kann eine Flüssigkeit oder ein Gas oder eine Mischung umfassen.

[0027] Ferner kann es notwendig sein, gasförmige oder auch in einem Trägergas suspendierte partikuläre Additive, die wir als sekundäres Fluid 42 bezeichnen, möglichst homogen in die Grundströmung des primären Fluids 41 einzumischen. In manchen Fällen soll jedoch lediglich ein heißeres Gas als sekundäres Fluid in das primäre Fluid eingemischt werden, z. B. um eine Beladung des primären Fluids mit Tropfen durch Verdunstung abzubauen. In vielen Fällen steht für die Bewältigung dieser Mischungs-Aufgabe nur eine verhältnismäßig kurze Strömungs-Laufstrecke bzw. Verweilzeit zur Verfügung. Es ist bekannt, dass der Druckverlust, den das primäre Fluid in einem Mischer erleidet, in aller Regel umso höher ausfällt, je kürzer die verfügbare Mischungsstrecke bzw.

Verweilzeit ist.

[0028] Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Lösung der Aufgabe angeboten, die Homogenisierung von Strömungs- und Zustandsfeldern innerhalb einer relativ kurzen Laufstrecke bei möglichst geringen Totaldruckverlusten oder in vielen Fällen sogar mit Druckrückgewinn zu erreichen. Unter Druckrückgewinn verstehen wir dabei einen Anstieg des mittleren statischen Drucks in der Primärfluid - Strömung. Der Totaldruck nimmt naturgemäß in Strömungsrichtung ab, sofern keine Verdichtungsarbeit zugeführt wird. Als Anwendungsgebiet kommen insbesondere erweiterte Kanalabschnitte in Frage, in denen die Strömungsgeschwindigkeit des primären Fluides 41 von relativ hohen Werten, z. B. 80 m/s, auf niedrige Werte, z. B. 10 m/s, verringert werden soll. Ein weiterer Anwendungsfall der Grundprinzipien der vorliegenden Erfindung sind Kanalkrümmen mit erweitertem oder gleichbleibendem Querschnitt.

[0029] Es wird ausserdem ein Kanal beschrieben, der eine Strömungsleitfläche enthält.

[0030] In den deutschen Patentanmeldungen DE 10 2010 022 418 und DE 10 2010 024 091 deren Inhalt zum integralen Bestandteil dieser Anmeldung erklärt wird, wurden die Grundüberlegungen zur Optimierung von Diffusoren, insbesondere hinter großen Axialgebläsen dargestellt. Im Zuge einer weiteren intensiven Beschäftigung mit der Aufgabenstellung wurden weitere Ausgestaltungen erarbeitet, die im Hinblick auf die großtechnische Umsetzung erhebliche Vorteile bieten.

[0031] Bekanntlich kommt es an den festen Berandungen eines Strömungsfeldes mit Druckanstieg zu einer beschleunigten Zunahme der Dicke der Strömungsgrenzschicht an besagter Berandung. Dies ist die Folge einer unzureichenden Versorgung der wandnahen Strömungszone mit Impuls aus der "gesunden" impulsreichen Außenströmung. Aus zahlreichen Patentanmeldungen, wie z. B. US2650752 A, DE19757187 A1, JP63105300 A, DE4325977 A1, DE3534268 A, DE102006048933 A1 ist prinzipiell bekannt, dass die Strömungsablösung an den Wänden eines Diffusors durch Impulseintrag in die Strömungsgrenzschicht verhindert oder stromabwärts verlagert werden kann. Es stellt sich jedoch die Frage, wie dieser Impulseintrag erfolgen sollte, damit möglichst wenig Strömungsenergie verbraucht wird. Hier bietet sich noch ein weites Entwicklungsfeld an.

[0032] In Fig. 4 der Deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 022 418 sind ungefähr auf halber Diffusorlänge tragflügelähnliche Leitelemente dargestellt, die eine verbesserte Versorgung des nabennahen Strömungsfeldes mit Impuls aus wandfernen Zonen mit höherer Strömungsgeschwindigkeit bewirken, ohne dass es zu einer starken Verwirbelung in der Strömung kommen müsste. Vielmehr wird Fluid aus einer Zone mit hoher Strömungsgeschwindigkeit mit Hilfe aerodynamisch optimierter Leitelemente möglichst reibungsfrei abgeschöpft und als turbulenzarmer Übergeschwindigkeitsstrahl in die impulschwachen Zonen eingeleitet. Dieses Grundprinzip

kann selbstverständlich auch dazu angewandt werden, die Grenzschicht an der Außenwand des Diffusors mit Impuls zu versorgen, sofern dies erforderlich ist. Zwar ist dies im Hinblick auf die Vermeidung einer Strömungsablösung an der Gehäusewand in der Regel nicht erforderlich. Soll jedoch am Eintritt in die Kanalerweiterung, die auf den Gebläsediffusor folgt, ein möglichst homogenes Geschwindigkeitsprofil erzeugt werden, ist es sinnvoll, auch die Wandgrenzschicht am Gehäuse durch Einspeisung von Teilmengen der impulsreichen wandfernen Strömung zu beschleunigen.

[0033] Durch ein homogenes Geschwindigkeitsprofil am Eintritt in die starke Kanalerweiterung, die sich in vielen Anwendungsfällen an einen schlanken Gebläsediffusor anschließt, wird hier die Aufgabe, eine möglichst gleichmäßige Anströmung der nachfolgenden Komponenten sicherzustellen, wesentlich vereinfacht. Ferner wird durch die Homogenisierung des Strömungsfeldes bereits im Diffusor erreicht, dass der massenstromgewichtete mittlere dynamische Druck am Diffusorausstritt gering ist. Somit ist mit einem derartigen Diffusor prinzipiell ein höherer Rückgewinn an statischem Druck zu erzielen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Maßnahmen, die zur Homogenisierung der Geschwindigkeitsverteilung ergriffen werden, nicht selbst bereits mit einem höheren Druckverlust verbunden sind. Das Ziel soll mit möglichst geringen Druckverlusten erreicht werden. Maßnahmen, die mit einer starken Verwirbelung der Strömung verbunden sind, verursachen hohe Druckverluste und sind somit für die Grenzschichtbeschleunigung weniger geeignet. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass die in älteren Patenten bzw. Patentanmeldungen enthaltenen Vorschläge bisher zumindest keine generelle Umsetzung gefunden haben. Zu nennen sind hier insbesondere die US2650752 A und die DE 4325977 A1. Bei der DE 4325977 A1 wird im Hauptanspruch ausdrücklich die Erzeugung eines Vorderkantenwirbels an den Einbauflächen im Diffusor als kennzeichnendes Merkmal angeführt. In der vorliegenden Patentanmeldung werden Maßnahmen vorgeschlagen, die auf eine starke Verwirbelung der Strömung in Hochgeschwindigkeitszonen verzichten.

[0034] Um die in der vorliegenden Erfindung enthaltenen Vorschläge leichter verständlich zu machen, soll zunächst noch kurz auf die Situation am Austritt großer Axialgebläse eingegangen werden. Es ist seit langem bekannt, dass die Verteilung der Axialgeschwindigkeit hinter dem aus einer Vielzahl von Leitschaufeln bestehenden Nachleitrad eines Axialgebläses bereits eine erhebliche Inhomogenität und eine relevante Grenzschichtdicke aufweist. Auf die Berücksichtigung des Sachverhalts, dass die Axialgeschwindigkeitsverteilung am Austritt eines Axialgebläses, präziser ausgedrückt, unmittelbar stromab des Nachleitrades eines derartigen Gebläses, in einem coaxialen Schnitt ein ausgeprägtes Maximum aufweist, Fig. 1 der Patentanmeldung DE 10 2010 022 418, wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung besonders geachtet.

[0035] Neben diesem in Umfangsrichtung gemittelten Axialgeschwindigkeitsprofil ist ferner an jeder der radial verlaufenden Schaufeln des Nachleitrades eine impulsverarmte Strömungs-Nachlaufzone ("Totwasser") festzustellen. In diesen Nachlaufzonen neigt die Strömung auch in einem schlanken Diffusor verstärkt zur Strömungsablösung von den Wänden. Folgt auf den schlanken Gebläsediffusor eine stark divergente Kanalerweiterung, so ist hier ohne geeignete Abhilfemassnahmen umso mehr mit Strömungsablösung zu rechnen.

[0036] Nachfolgend sollen zunächst noch die Begriffe "schlanker Diffusor" und "stark divergente Kanalerweiterung" erläutert werden. Als Diffusoren bezeichnet man Kanalabschnitte mit einer Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit in Hauptströmungsrichtung. Bei Unterschallströmungen zeichnen sich Diffusoren durch eine Erweiterung des Strömungsquerschnitts in Strömungsrichtung aus. Diffusoren können sehr unterschiedlich gestaltet werden. Der einfachste Fall ist ein zentrisch symmetrischer Kreisflächendifusor, der nur aus einem zentrisch symmetrischen und kegelig divergenten Außengehäuse besteht und folglich ohne Nabenkörper ausgeführt ist. Bei derartigen Kreisflächendifusionen wird der Schlankheitsgrad durch den Gesamtöffnungswinkel $2 \times \alpha$ des kegeligen Gehäuses beschrieben. Bei Diffusoren mit einem Nabenkörper werden der Schlankheitsgrad bzw. der effektive Öffnungswinkel folgendermaßen ermittelt: Der axiale Verlauf des freien Strömungsquerschnitts des Ringraumes zwischen Nabe und Gehäuse wird in den axialen Verlauf des Querschnitts bei einem Kreisflächendifusor umgerechnet. Dieser Kreisflächendifusor wird als Ersatzkreisflächendifusor für den Ringdiffusor bezeichnet. Der Öffnungswinkel des Ersatzkreisflächendifusors dient dann als Maß für den Schlankheitsgrad. Von einem schlanken Diffusor spricht man in aller Regel dann, wenn der Ersatzkreisflächendifusor einen Gesamtöffnungswinkel von $2 \times \alpha < 10^\circ$ bis 20° aufweist. Den Öffnungswinkel des Ersatzkreisflächendifusors bezeichnet man auch als effektiven Öffnungswinkel des Diffusors. Von einer starken Kanalerweiterung sprechen wir dann, wenn für den effektiven Öffnungswinkel bzw. für den Gesamtöffnungswinkel des zugeordneten Ersatzkreisflächendifusors $2 \times \alpha > 20^\circ$ bis ca. 120° gilt. Es gibt demnach einen Grenzbereich, in welchem sich die Gesamtöffnungswinkel von schlanken Diffusoren und stark erweiterten Kanalerweiterungen überlappen. Dies hängt mit der Vorgeschichte der Strömung zusammen. Wenn die wandnahe Strömungszone bereits stark impulsverarmt ist, dann wirkt bereits ein Kanal mit einem geringen effektiven Öffnungswinkel wie eine starke Erweiterung und erfordert entsprechende Maßnahmen zur Optimierung des Druckrückgewinns.

[0037] Es werden Maßnahmen zur Optimierung der Durchströmung schlanker Diffusoren und stark erweiterter Kanalabschnitte und somit der Anströmung nachfolgender Komponenten beschrieben.

[0038] Hierzu ist ein Kanal vorgesehen, in welchem ein Fluid leitbar ist, wobei der Kanal von Kanalwänden

begrenzt ist, wobei die Kanalwände eine Eintrittsöffnung und eine Austrittsöffnung aufweisen, durch welche das Fluid in den Kanal eintreten kann und den Kanal verlassen kann. Das Fluid weist eine Strömungsgeschwindigkeit auf, welche entlang der Kanalwände auch ausserhalb der unmittelbaren Wandreibungsschicht kleiner als in der Kanalmitte ist, sodass im Kanal eine Zone höherer Strömungsgeschwindigkeit und eine Zone niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit ausbildbar ist, wobei in dem Kanal eine Strömungsleitfläche angeordnet ist, mittels welcher ein Teil des Fluids aus der Zone höherer Strömungsgeschwindigkeit abschöpfbar und in die Zone niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit einmischbar ist. Das Fluid kann eine Flüssigkeit oder ein Gas oder eine Mischung umfassen.

[0039] Die Kanalwände spannen nach einem Ausführungsbeispiel eine Querschnittsfläche auf, wobei der Kanal einen Abschnitt aufweist, dessen Querschnittsfläche in Strömungsrichtung zunimmt. Insbesondere kann die Querschnittsfläche kreisförmig oder ringförmig sein.

[0040] Nach einem Ausführungsbeispiel ist eine Mehrzahl von Strömungsleitflächen im Kanal angeordnet. Insbesondere können die Strömungsleitflächen nebeneinander angeordnet sein. Die Strömungsleitfläche kann in dem Abschnitt angeordnet sein, dessen Querschnittsfläche in Strömungsrichtung zunimmt.

[0041] Nach einem Ausführungsbeispiel ist der Kanal als Ringdiffusor für ein Axialgebläse mit Nachleitschaufeln ausgebildet. Die Strömungsleitfläche kann insbesondere als eine Leitschaufel ausgebildet sein. Die Leitschaufel kann eine Hilfsleitschaufel enthalten, welche sich von der Hinterkante der Leitschaufel stromabwärts erstreckt.

[0042] Erfindungsgemäß weist der Abschnitt einen ersten Teilabschnitt mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 10° bis 20° auf, an welchen ein zweiter Teilabschnitt mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 20° bis 120° anschließt.

[0043] In zumindest einem der ersten oder zweiten Teilabschnitte ist zumindest ein Hohlkörper, insbesondere ein radial verlaufender keilförmiger Hohlkörper angeordnet. Des weiteren kann eine Mehrzahl von keilförmigen Hohlkörpern vorgesehen sein, insbesondere können mindestens 3 keilförmige Hohlkörper vorgesehen sein. Der effektive Öffnungswinkel in den Teilkanälen zwischen den keilförmigen Hohlkörpern kann in der Größenordnung von 0° bis 18° liegen. In seltenen Fällen, insbesondere bei einer besonders ungünstigen Geschwindigkeitsverteilung am Eintritt in den Diffusor kann auch eine Beschleunigung der Strömung in Teilkanälen bzw. Teilabschnitten eines Diffusors mit Leitflächen nach der Erfindung vorteilhaft sein. Dann wäre der effektive Öffnungswinkel in diesen Teilbereichen negativ.

[0044] Die keilförmigen Hohlkörper können auf einem Ring enden, welcher in einem als Ringdiffusor ausgebildeten Abschnitt konzentrisch um dessen Mittenachse angeordnet ist. Entlang der Mittenachse kann eine Nabe angeordnet sein.

[0045] Die keilförmigen Hohlkörper können auch auf einem Ring enden, welcher die Nabe des Ringdiffusors konzentrisch umschließt. Zwischen den Hohlkörpern können zur Mittenachse des Kanals konzentrische Leitbleche eingezogen sein.

[0046] Nach einem Ausführungsbeispiel kann ein zweites Fluid in den Kanal eingeleitet werden. Insbesondere kann das zweite Fluid über Düsen in der Nähe der Strömungsleitflächen in das Fluid eingeleitet werden. Das zweite Fluid kann in die Hohlkörper einleitbar sein, wobei die Hohlkörper Öffnungen enthalten, um das zweite Fluid in das Fluid einzublasen.

[0047] Diese Ausführungsbeispiele können sich auf einen schlanken Diffusor beziehen, der in aller Regel unmittelbar hinter einem Axialgebläse angeordnet ist. Anschließend werden Ausführungsbeispiele beschrieben, die in einem sich anschließenden stark erweiterten Kanalabschnitt Anwendung finden können.

Schlanke Diffusoren:

[0048] Wegen des vorstehend beschriebenen Sachverhalts werden in Ergänzung zu den in Fig. 4 der DE 10 2010 022 418 bzw. Fig. 6 der DE 10 2010 024 091 (Fig. 11) gezeigten Leitschaufeln im Diffusor bereits im Bereich nahe der Abströmkante der Gebläsenachleitschaufeln (Hinterkante: "trailing edge") Hilfsleitschaufeln eingebaut. Sie können auf die Abströmkanten der bereits vorhandenen Gebläsenachleitschaufeln gesetzt werden, siehe Fig. 13 und Fig. 16 der vorliegenden Erfindung. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Befestigung dieser Hilfsleitschaufeln an der Diffusorwand bzw. an der Diffusornabe möglich. Diese schwach gekrümmten Hilfsleitschaufeln sind geringfügig zur Gehäusewand bzw. zur Nabe hin angestellt. Dadurch wird insbesondere im kritischen Bereich des Nachlaufotwassers der Leitschaufeln Impuls in die Strömungsgrenzschicht eingespeist. Demzufolge stellt sich am Diffusoreintritt ein Geschwindigkeitsprofil ein, welches sich durch hohe wandnahe Strömungsgeschwindigkeiten auszeichnet. Dabei könnte das wandnahe Geschwindigkeitsmaximum anfangs sogar höher sein als die Geschwindigkeit in der Mitte des Ringdiffusors, siehe Fig. 14. Es ist durchaus vorteilhaft, wenn die Strömungsgrenzschicht über einen gewissen Impulsüberschuss verfügt, denn sie muss ja nicht nur den Druckanstieg des Diffusors verkraften, sondern auch noch die Wandreibungskräfte überwinden.

[0049] In einer weiteren Ausgestaltung sind die prinzipiell bereits in Fig. 4 der DE 10 2010 022 418 (entspricht Fig. 4 der vorliegenden Anmeldung) und Fig. 6 der DE 10 2010 024 091 (Fig. 11) dargestellten Leitschaufeln als aerodynamisch optimierte Flügel ausgeführt, siehe auch Fig. 13. Diese Flügel sind geringfügig gegen die Strömung angestellt, sodass es hier nicht zu einer starken Verwirbelung durch Strömungsablösung kommt. Insbesondere soll eine besonders verlustträchtige Vorderkantenablösung der Strömung vermieden werden. Im Gegensatz zur Ausführung gemäß Fig. 4 in der DE 10

2010 022 418 ist der Verlauf des Kanals zwischen Flügel und Diffusorgehäuse in Strömungsrichtung hier nicht divergent, sondern schwach konvergent ausgeführt, denn bei dieser Ausgestaltung soll ja der Impuls nicht in den nabennahen Bereich eingespeist werden, sondern in die Grenzschicht an der Gehäusewand.

[0050] Ein 1. Ring aus derartigen Flügeln ist der Gehäusewand des Diffusors zugeordnet. Ein 2. Ring ist der Nabe des Diffusors zugeordnet, sofern es sich um einen Ringdiffusor handelt. Wie groß die Zahl der Flügel auf dem äußeren und auf dem inneren Ring sein soll, kann derzeit noch nicht zuverlässig vorhergesagt werden. Es könnte vorteilhaft sein, die Zahl der Leitschaufeln auf diesen Ringen auf die Zahl der Nachleitschaufeln des Axialgebläses abzustimmen. Da es an den Vorderkanten dieser flügelähnlichen Leitelemente, die in Gebieten mit hoher Strömungsgeschwindigkeit positioniert sind, zu einem gewissen Aufstau und somit auch zu Ausweichströmungen kommt, kann eine Überkrümmung der Skelettlinie dieser Tragflügel vorteilhaft sein, um eine verlustarme stoßfreie Anströmung zu gewährleisten. Der aus der Literatur über die Aerodynamik der Schaufelgitter bekannte Begriff der Überkrümmung einer Skelettlinie soll hier nur kurz erläutert werden. Die Außenkontur eines Tragflügels kann man dadurch konstruieren, dass man einer Skelettlinie als Zentrallinie eines Körpers den Radiusverlauf einer Kreisschar überlagert, deren Mittelpunkte auf der Skelettlinie liegen. Die Umhüllende der Kreisschar bildet dann die Kontur des Tragflügels. Häufig werden ein Tragflügel oder ein flügelähnliches Leitelement derart angeordnet, dass die Tangente an die Skelettlinie im Bereich der Profilnase parallel zur Richtung der ungestörten Anströmung v_∞ in größerem Abstand von der Profilnase verläuft. Durch die Wechselwirkung zwischen Leitelement und Anströmung kommt es zu einer Änderung der Strömungsrichtung bei Annäherung an die Profilnase bzw. Anströmkante. Um eine möglichst verlustfreie "stoßfreie" Anströmung des Leitelements zu erzielen, kann die Wirkung des Leitelements auf die Richtung der Anströmung mit Hilfe einer Überkrümmung der Skelettlinie kompensiert werden.

[0051] Auch diese Flügel bzw. Leitelemente können wiederum als turbulenzarme Mischelemente ausgeführt sein. Das einzumischende zweite Fluid kann über eine äußere Ringleitung auf die der Gehäusewand zugewandten Seite des Flügels geleitet werden, Fig. 14. Von hier aus wird es in die bewusst turbulenzarm gehaltene Nachlaufströmung eingemischt. Ferner kann das zweite Fluid auch über die hohle Nabe dem dieser Nabe zugeordneten inneren Ring von Flügeln zugeführt werden. Bei der Anordnung derartiger Elemente zur Homogenisierung der Geschwindigkeitsverteilung in einem Ringdiffusor ist darauf zu achten, dass dieser Abschnitt jedenfalls bei großen Kraftwerksgebläsen für Inspektionen begehbar bleibt.

[0052] Durch die Kombination der Hilfsleitschaufeln an den Hinterkanten der Nachleitschaufeln des Axialgebläses und der Leitschaufeln im mittleren Bereich der

Längserstreckung des Diffusors ist es möglich, am Eintritt in den sich anschließenden stark erweiterten Abschnitt ein weitgehend homogenes sogenanntes "Blockprofil" der Geschwindigkeitsverteilung zu erzeugen. Durch den Abbau der Übergeschwindigkeiten als Folge einer homogenen Füllung des Strömungsquerschnitts kann bereits im Diffusor ein erheblicher zusätzlicher Druckrückgewinn im Sinne eines Anstiegs des statischen Drucks erzielt werden. Ferner ist bei einer weitgehend homogenen Zuströmung zu einem stark erweiterten nachfolgenden Kanalabschnitt, der sich in aller Regel an den schlanken Gebläsediffusor anschließt, auch hier unter Anwendung der noch zu diskutierenden Maßnahmen gemäß dieser Erfindung ein wesentlicher Druckrückgewinn zu erzielen.

[0053] Hinzu kommt, dass mit einer weitgehend homogenen Abströmung aus dem stark erweiterten Kanalabschnitt auch die Zuströmung zu nachfolgenden Komponenten, z. B. zu einem Schalldämpfer oder zu einem Strömungsleitgitter in einem Rohrbogen wesentlich homogenisiert wird, sodass hier keine zusätzlichen homogenisierenden Maßnahmen in Gestalt von Drosselgittern ergriffen werden müssen, die einen weiteren Druckverlust verursachen würden. Bei der Bewertung der erreichten Verbesserung müssen alle an der Druckverlusterzeugung beteiligten Komponenten der Anlage in die Betrachtung einbezogen werden.

[0054] Auf den schlanken Gebläsediffusor folgt in aller Regel ein sich stark erweiternder Kanalabschnitt, der zu einem in üblicher Weise dimensionierten Rauchgaskanal überleitet oder auch zu einem Gehäuse, in welchem beispielsweise Schalldämpferkulissen eingebaut sein können. Während die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten am Austritt des Diffusors eines großen Axialgebläses in einem Bereich von ca. 40 - 60 m/s liegen, betragen die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten in Rauchgaskanälen nur ca. 20 m/s. Diese Geschwindigkeitsreduktion ist sinnvoll, um die Strömungsverluste in den Rauchgaskanälen und insbesondere in Kanalkrümmern in vertretbaren Grenzen zu halten. Folgt dagegen auf ein Axialgebläse unmittelbar ein Schalldämpfer, so muss die Strömungsgeschwindigkeit in der Kanalerweiterung noch weiter reduziert werden. Die Schalldämpferkulissen bewirken eine Querschnittsversperrung von ca. 50 %. Damit die Strömungsgeschwindigkeit in den relativ langen Kanälen zwischen benachbarten Kulissen nicht zu hoch wird, was zu erhöhten Druckverlusten sowie zur Geräuscherzeugung an den Schalldämpferkulissen führen würde, verringert man die Leerraumgeschwindigkeit bzw. die Anströmgeschwindigkeit der Kulissen auf ca. 12 m/s. Grundsätzlich wird das Ziel verfolgt, diese Geschwindigkeitsreduktionen bei möglichst geringen Totaldruckverlusten und bei einem möglichst großen statischen Druckgewinn zu verwirklichen.

[0055] Wie in der zugehörigen Basisanmeldung DE 10 2010 024 091 ausgeführt ist, bietet die Erfindung mit dem Merkmal Gleichdruckverteiler insbesondere dann wesentliche Vorteile, wenn die Geschwindigkeitsverteilung

am Eintritt in den stark divergenten Abschnitt (typischer Öffnungswinkel $2\alpha = 90^\circ$) hinter einem normalen Gebläsediffusor (typischer effektiver Öffnungswinkel $2\alpha = 12^\circ$) ausgeprägt inhomogen ist. In diesem Fall würde ja eine relevante Verzögerung der impulsstarken Strömung einen so starken Druckanstieg bewirken, dass die impulschwachen Zonen nicht den in besagten impulsstarken Zonen erzeugten Druckberg hinauf strömen könnten. Dies hätte eine sehr nachteilige Geschwindigkeitsverteilung in der Abströmung aus dem stark erweiterten Kanalabschnitt und somit eine ungünstige Anströmung einer nachfolgenden Komponente zur Folge.

[0056] Ist andererseits die Geschwindigkeitsverteilung am Eintritt in den stark divergenten Kanalabschnitt weitgehend homogen, kann durchaus noch eine gewisse Verzögerung der Strömung in allen Teilkanälen verkraftet werden. Der Begriff "Gleichdruck" bezieht sich dann nicht auf den Druckverlauf in Strömungsrichtung, sondern auf den Gleichlauf des Druckanstiegs in den benachbarten Teilkanälen.

[0057] Letztlich kommt es im Interesse einer insgesamt optimalen Lösung darauf an, alle strömungstechnischen Optimierungsmaßnahmen im schlanken Gebläsediffusor sowie in einem sich anschließenden stark erweiterten Kanalabschnitt auf vorteilhafte Weise gemäß dieser Erfindung zu kombinieren und dabei die anlagenseitig vorgegebenen Randbedingungen zu berücksichtigen, insbesondere auch die Anströmung nachgeschalteter Komponenten wie z. B. eines Schalldämpfers oder eines Kanalkrümmers.

[0058] Die Erfindung betrifft somit nach einem Ausführungsbeispiel einen ein Fluid führenden Kanal, insbesondere einen ein primäres Fluid führenden Kanal mit einer mehr oder weniger stark ausgeprägten inhomogenen Geschwindigkeitsverteilung und/oder Verteilung der Zustandsgrößen des primären Fluids sowie mit einem sich anschließenden Strömungsdiffusor und gegebenenfalls eines sich daran anschließenden stark erweiternden Kanalabschnitts, wobei Strömungsleitflächen im Kanal angeordnet sind, durch die Teilmengen des primären Fluids aus Zonen mit hoher Geschwindigkeit abgeschöpft und in Zonen mit niedriger Geschwindigkeit eingemischt werden.

[0059] Insbesondere hat der das primäre Fluid führende Kanal einen kreisringförmigen Querschnitt und eine weitgehend zentrisch symmetrische Geschwindigkeitsverteilung mit einem mehr oder weniger stark ausgeprägten Geschwindigkeitsmaximum, wobei im Kreisringquerschnitt Strömungsleitflächen in Zonen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit angeordnet sind, durch die Teilmengen des primären Fluids abgeschöpft und in Zonen mit niedriger Geschwindigkeit eingemischt werden. Die Strömungsleitflächen können auf wenigstens einem Ring zwischen radial angeordneten Schwertern befestigt sein.

[0060] Des weiteren ist ein das primäre Fluid führender ringförmiger Kanal, insbesondere ein Ringdiffusor vorgesehen, der hinter einem Axialgebläse mit Nachleit-

schaufeln angeordnet ist, wobei in Zonen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit Hilfsleitschaufeln an den Hinterkanten der Nachleitschaufeln bzw. in der Nachbarschaft der Hinterkanten der Nachleitschaufeln am Gehäuse des Diffusors bzw. der Nabe derart angebracht sind, dass Teilmengen des primären Fluids aus Hochgeschwindigkeitszonen abgeschöpft und in die langsameren Strömungsgrenzschichten an Gehäuse und Nabe eingespeist werden.

[0061] Nach einem Ausführungsbeispiel ist der Kanal Bestandteil eines Axialgebläses mit Nachleitschaufeln, insbesondere ist der Kanal ein Ringdiffusor hinter einem Axialgebläse mit Nachleitschaufeln. Zwischen dem Diffusoreintritt und Diffusoraustritt sind Leitflügel angeordnet, durch die Teilmengen des primären Fluids aus Hochgeschwindigkeitszonen in langsamere Strömungsgrenzschichten eingespeist werden.

[0062] Der Ringdiffusor hinter einem Axialgebläse mit Nachleitschaufeln weist einen schwach divergenten Diffusor mit einem effektiven Öffnungswinkel von ca. 10° - 18° auf. An den schwach divergenten Diffusor kann eine starke Kanalerweiterung mit einem geometrischen Öffnungswinkel von ca. 15° - 120° anschließen. Vorteilhafterweise können in diese Kanalerweiterung wenigstens 3 relativ zur Hauptachse näherungsweise radial ausgerichtete und in Strömungsrichtung keilförmige Hohlkörper eingebaut sein.

[0063] Der effektive Öffnungswinkel in den Teilkanälen zwischen den keilförmigen Hohlkörpern kann in der Größenordnung von ca. 0° - 18° liegen. Die keilförmigen Hohlkörper können auf einem Ring enden, welcher die Nabe des Ringdiffusors konzentrisch umschließt. Zwischen den Hohlkörpern können zur Diffusorachse konzentrische Leitbleche eingezogen sein.

[0064] Zwischen dem Diffusoreintritt und Diffusoraustritt können Leitflügel angeordnet sein, durch die Teilmengen des primären Fluids aus Hochgeschwindigkeitszonen in langsamere Strömungsgrenzschichten eingespeist werden und ein sekundäres Fluid über Düsen im Nahbereich der Flügel in das primäre Fluid eingeleitet wird. Des weiteren kann in einem Ausführungsbeispiel ein sekundäres Fluid in die keilförmigen Hohlkörper eingeleitet werden und von hier über Öffnungen in das primäre Fluid eingeblasen werden.

[0065] Gemäss eines Ausführungsbeispiels ist ein Ringdiffusor mit einem zur Hauptachse konzentrischen Ring aus Leitelementen vorgesehen, wobei der konzentrische Ring aus Leitelementen den Ringdiffusor in zwei zueinander konzentrische Ringe mit näherungsweise gleicher Flächengröße aufteilt und die Leitelemente die Primärfluidströmung abwechselnd nach außen zur Gehäusewand hin bzw. nach innen zur Nabe hin leiten.

[0066] Die Erfindung soll anhand der Figuren beschrieben werden, es zeigen:

Fig. 1 ein Axialgebläse nach dem Stand der Technik,
Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem Ringdiffusor nach einem weiteren Ausführungsbeispiel nach

Fig. 3

5 Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

10

Fig. 7

15 Fig. 8

Fig. 9

20 Fig. 10

25 Fig. 11

30

Fig. 12

35

Fig. 13

Fig. 14

40

Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

45

Fig. 18

50

Fig. 19

dem Stand der Technik,
einen Ausschnitt aus einem Ringdiffusor nach einem weiteren Ausführungsbeispiel nach dem Stand der Technik,
einen Ausschnitt aus einem Ringdiffusor nach einem ersten Ausführungsbeispiel,
einen Radialschnitt durch den Ringdiffusor gemäss Fig. 4,
ein Axialgebläse nach dem Stand der Technik mit Ringdiffusor, Kanalerweiterung, Drosselgitter und Kulissenschalldämpfern,
ein Axialgebläse mit Ringdiffusor, Kanalerweiterung mit Gleichdruckverteiler, sowie mit Kulissenschalldämpfern,
eine Kanalerweiterung mit ringförmigem Gleichdruckverteiler und Mischerelementen,
eine Kanalerweiterung mit ringförmigem Gleichdruckverteiler und Verdrängungskörpern auf den Radialschwertern,
eine Kanalerweiterung mit ringförmigem Gleichdruckverteiler aus Hohlkörpern und mit hohlen Verdrängungskörpern auf den Radialschwertern für die Zufuhr eines Sekundärfluids,
ein Axialgebläse mit Mischer- und Leitelementen im Ringdiffusor, mit Verdrängungskörpern in einer Kanalerweiterung im Bereich eines Kanalkrümmers sowie mit Einleitungsvorrichtungen für ein Sekundärfluid und Mischerelementen,
eine Draufsicht auf die Abströmseite der Verdrängungskörper mit Mischerelementen gemäß Fig. 11,
eine Übersichtszeichnung mit den Komponenten der Erfindung,
eine Detaildarstellung zu Fig. 13 mit Leitelementen auf einem gehäusenahen und auf einem nabennahen Ring,
eine Ansicht vom Austritt des stark divergenten Teils stromaufwärts,
Nachleitschaufeln des Axialgebläses 5 mit zusätzlichen Hilfsleitschaufeln,
schwach angestellte Leitelemente auf einem Radius, welcher die Gesamtringfläche des Diffusors in zwei näherungsweise flächengleiche zueinander konzentrische Ringe aufteilt,
schwach angestellte Leitelemente auf einem Radius, welcher die Gesamtringfläche des Diffusors in zwei näherungsweise flächengleiche zueinander konzentrische Ringe aufteilt,
eine Variante der Fig. 7.

[0067] Lösungsansätze: Fig. 4 und Fig. 5 zeigen einen Lösungsansatz. Fig. 4 stellt einen Längsschnitt durch den Austrittsbereich eines Axialgebläses 9 mit einem nachgeschalteten Ringdiffusor 1 dar, Fig. 5 einen Querschnitt AB durch den vorderen Abschnitt des Ringdiffusors mit Projektion in axialer Richtung. Im mittleren Ab-

schnitt des Diffusors, evtl. auch in der Nähe des Diffusoraustritts sind tragflügelähnliche Strömungsleitflächen 24 eingebaut. Diese erstrecken sich jedoch nicht als Ringleitflächen über den gesamten Umfang, sondern überdecken jeweils nur kürzere Abschnitte des Umfangs, wie aus Fig. 5 zu entnehmen ist. Die Strömungsleitflächen 24 sind mit sogenannten tip wings 25 ausgestattet, welche die Bildung von Wirbelzöpfen im Nachlauf der Flügelenden dämpfen, wie von den Tragflügeln großer Flugzeuge bekannt ist. Die Tragflügelabschnitte 24 sind über die tip wings an mehr oder weniger radial verlaufenden Schwertern 26 derart befestigt, dass ihre Winkel- α im Stillstand justiert werden kann. Die Schwerter 26 sind hier am Nabenkörper befestigt. Sie könnten jedoch auch an das Außengehäuse 2 montiert werden. Zur Aussteifung sind Distanzhalter 27, die ebenfalls tragflügelförmig ausgeführt sein können, näher zur Nabe hin zwischen den Schwertern befestigt. Durch die Strömungsleitflächen 24 wird Primärfluid aus einer Zone im Bereich des Geschwindigkeitsmaximums 16 abgeschöpft und zu der in zwei Abschnitten 20 und 21 konvergent verlaufenden Nabe hin gelenkt. Dadurch wird ein ansonsten durch Strömungsablösung entstehendes Nabentotwasser aufgefüllt, eine Strömungsablösung wird unterbunden. Bei richtiger Dimensionierung der Leitflächen unter Berücksichtigung der Geschwindigkeitsverteilung 15 am Eintritt in den Ringdiffusor wird langsam strömendes Primärfluid aus dem nabennahen Bereich in den Abschnitten 20 und 21 nach außen verdrängt, Stromlinie 29 in Fig. 4 strichpunktiert dargestellt, und vermischt sich dort mit den längs des kegeligen Gehäuses strömenden Teilmengen 30 des Primärfluides.

[0068] In einer weiteren Ausgestaltung wird ein sekundäres gasförmiges Fluid 32, welches in das primäre gasförmige Fluid 35 eingemischt werden soll, über eine Rohrleitung 31 dem Innenraum des Nabenkörpers 20 bzw. 21 zugeführt. Von hier aus wird es über Düsen 33 und 34 mit einer angepassten Geschwindigkeit in das Primärfluid eingeblasen, sodass es in den Vermischungsprozess optimal einbezogen wird, welcher durch die Strömungsleitflächen generiert wird.

[0069] Eine weitere Möglichkeit zur Vermischung von Primär- und Sekundärfluid besteht darin, die Schwerter 26 als Hohlprofile auszuführen, die an den Hinterkanten mit Bohrungen versehen sind, über welche das sekundäre Fluid in das primäre Fluid eingeblasen wird. Auch die tragflügelförmigen Strömungsleitflächen können als Hohlprofile ausgeführt sein, die über die Schwerter 26 mit Sekundärfluid versorgt werden, welches dann über Bohrungen an der Hinterkante der Leitflächen 24 in das Primärfluid eingeblasen bzw. eingemischt wird.

[0070] Häufig weist die Abströmung aus dem Laufrad eines Gebläses oder Verdichters noch eine erhebliche Drallkomponente bzw. Umfangskomponente auf. Bei einer hohen nabennahen Umfangskomponente neigt die Strömung verstärkt zur Strömungsablösung von der Nabe. Durch Gleichrichtung kann ein Teil der im Drall steckenden Strömungsenergie zurückgewonnen werden.

Die Schwerter 26 können als Gleichrichterflächen dienen. Bei stärker verdrallten Strömungen ist es sinnvoll, die Vorderkanten der Schwerter derart zu krümmen, dass eine weitgehend stoßfreie und somit aerodynamisch optimierte Anströmung des Primärfluides erreicht wird. In aller Regel ist es jedoch vorzuziehen, die Radialstützen 5 in Fig. 1 oder 4 als Strömungsleitbleche auszuführen.

[0071] Selbstverständlich könnte man das einzumischende sekundäre Fluid statt über die hohle Nabe auch von außen über Bohrungen am Gehäuse einleiten, was hier nicht bildlich dargestellt ist. Und wenn auf den Gebläsediffusor, der ja grundsätzlich mit einem kleinen Öffnungswinkel ausgeführt wird, eine starke Querschnittserweiterung mit großem Öffnungswinkel folgt, z. B. vor einem Wärmetauscher oder vor einem Register aus Schalldämpferkulissen, so kann es sinnvoll sein, zusätzliche tragflügelförmige Leitelemente einzubauen, durch deren Wirkung das Strömungsfeld die starke Querschnittserweiterung ohne Strömungsablösung annimmt.

[0072] Nachfolgend werden zunächst der Stand der Technik anhand der Fig. 6 und anschließend Ausführungen anhand der Fig. 7 - 12 beschrieben.

25 Stand der Technik

[0073] Nachfolgend orientieren wir uns an der Situation, wie sie häufig stromab eines großen Axialgebläses 9 gemäß dem Stand der Technik angetroffen wird, welches das primäre Fluid 41 fördert, Fig. 6. Dort schließt sich an die Anströmnase 12 und das Gebläselaufrad 10 mit den Laufschaufeln 11 in aller Regel ein zur Hauptachse 16 konzentrischer Ringdiffusor 1 an. In diesem Diffusor soll die mit einem Querschnittsmittelwert von ca. 80 - 100 m/s recht hohe Abströmgeschwindigkeit 35 des primären Fluids 41 aus dem Axialverdichter unter einem Rückgewinn an statischem Druck möglichst weitgehend und bei geringem Totaldruckverlust abgebaut werden.

[0074] Der Ringdiffusor 1 besteht hier aus einem sich schwach erweiternden kegelförmigen Gehäuse 2 und einem zylindrischen Innenkörper 3, auch Nabenkörper genannt, der eine stumpfe Endfläche 4 besitzt, sodass hier im Zentralbereich eine sprunghafte Querschnittserweiterung erzeugt wird, die einem Carnot'schen Stoßdiffusor entspricht. An den Nabenkörper schließt sich das Nabentotwasser 13 an.

[0075] Der Nabenkörper 3 ist über mehr oder weniger sternförmig - radial ausgerichtete Bleche 5 und 6 in zwei axialen Positionen 7 und 8 zentriert. Dabei können die Bleche 5 als Nachleitschaufeln des Gebläses gekrümmt ausgeführt sein, mit dem Ziel, den Drall in der Abströmung des primären Fluides 41 aus den Laufschaufeln 11 abzubauen und somit eine weitgehend axiale Durchströmung der nachfolgenden Komponente zu erreichen. Die Radialbleche 6 am Diffusorende, gelegentlich auch als Schwerter bezeichnet, sind meist ohne Krümmung mit axialer Ausrichtung ausgeführt. In einem derartigen Ringdiffusor wird die über dem Kanalquerschnitt gemit-

telte Strömungsgeschwindigkeit von ca. 80 m/s, wie sie noch hinter Laufrad 10 oder hinter dem Nachleitrad 5 im Schnitt 2.1 herrscht, auf einen Mittelwert von ca. 45 m/s im Schnitt 2.2 reduziert. Insbesondere bei einer hohen aerodynamischen Belastung des Axialgebläses 9 bzw. des Laufrades 10 zeigt die Geschwindigkeitsverteilung 15 am Diffusoreintritt 2.1 ein ausgeprägtes Maximum, welches zu einem größeren Radius $r_{V_{\max, 2.1}}$ verlagert sein kann. In einem schwach belasteten Diffusor, der mit einem geringen Öffnungswinkel ausgeführt sein muss, kommt es zu einem erheblichen statischen Druckrückgewinn bei einem nur geringfügig abfallenden Totaldruck. Am Austritt 2.2 des Gebläsediffusors liegt allerdings immer noch eine von einem Blockprofil stark abweichende Geschwindigkeitsverteilung 17 vor, deren Maximum ebenfalls in aller Regel nach außen zu einem größeren $r_{V_{\max, 2.2}}$ verlagert ist. Mit steigender aerodynamischer Belastung des Gebläses ist das Geschwindigkeitsmaximum in aller Regel stärker ausgeprägt und zu einem größeren Radius verlagert. Dies hat zur Folge, dass nachfolgende Komponenten je nach Betriebszustand des Gebläses mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsverteilungen angeströmt werden.

[0076] Durch die starke Querschnittsvergrößerung in der nachfolgenden Kanalerweiterung 18 kommt es zwangsläufig zur Strömungsablösung 19 von den Kanalwänden, und demzufolge werden die nachfolgenden Komponenten, wie hier die Schalldämpferkulissen 20, bereichsweise mit einer noch sehr hohen Geschwindigkeit vom Primärfluid angeströmt. Dies ist mit zusätzlichem Druckverlust infolge einer inhomogenen Durchströmung des Registers aus Schalldämpferkulissen sowie mit einer Beeinträchtigung der Schalldämpfung und häufig auch mit Schwingungsanregung verbunden, was zu Schäden an den Schalldämpferkulissen oder an anderen Kanaleinbauten führen kann. In der Vergangenheit hat man eine Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung im stark divergenten Kanalabschnitt bzw. vor Schalldämpferkulissen 20 dadurch näherungsweise verwirklicht, dass man ein Drosselgitter 43 in die Erweiterung bzw. in den Kanal 40 vor den Schalldämpferkulissen eingebaut hat. Bei der normalerweise zur Verfügung stehenden kurzen Ausgleichsstrecke vom Diffusoraustritt 2.2 zu den Schalldämpferkulissen 20 ist aber auch mit einem Drosselgitter 43 keine befriedigend homogene Geschwindigkeitsverteilung zu erreichen, jedenfalls dann nicht, wenn die zusätzlichen Druckverluste in vertretbaren Grenzen gehalten werden sollen. Man sollte sich hier vergegenwärtigen, dass ein gering erscheinender Druckverlust von 1 mbar bei dem sehr hohen Rauchgasvolumenstrom eines großen Kraftwerksblockes bereits einen zusätzlichen Aufwand an Gebläseleistung von ca. 100 kW zur Folge hat.

[0077] Auch der Einbau von dünnen Leitblechen oder schlanken, tragflügelähnlichen Profilen, hier nicht dargestellt, in den stark erweiterten Kanalabschnitt 18, führt nicht zu der angestrebten Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung. Dies haben umfangreiche Un-

tersuchungen des Erfinders gezeigt. Durch den Einbau dünner Leitbleche wird eine Parallelschaltung von Strömungsdiffusoren erreicht. Dies hat hier negative Auswirkungen. Ein besonders starker Anstieg des statischen Druckes wird in einem beschauelten Diffusor in jenen Bereichen erzielt, die mit besonders hoher Geschwindigkeit angeströmt werden. Der hohe statische Enddruck, der in diesen "starken" Bereichen erzielt wird, wird den benachbarten Zonen aufgeprägt, die mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit und daher auch mit einem geringeren dynamischen Druck angeströmt werden. Der dynamische Druck in besagten "schwachen" Zonen reicht dann aber nicht aus, den von den "starken" Zonen aufgeprägten Druckberg zu erklimmen. In den schwachen Zonen wird somit durch den hohen Gegendruck in den benachbarten starken Zonen ein Rückstauereffekt auf die Strömung ausgeübt. Dadurch erhöht sich die Inhomogenität der Geschwindigkeitsverteilung und es kann in Bereichen, die ohne zusätzliche Diffusorbeschauelung noch mit geringer vorwärts gerichteter Geschwindigkeit durchströmt werden, sogar zur Rückströmung kommen.

[0078] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die für notwendige Ausgleichsvorgänge in einem stark erweiterten Kanalabschnitt bei einem geringen Abstand zur nachfolgenden Komponente, z. B. eines Kulissenschalldämpfers, erforderlichen Druckverluste so weit wie möglich zu verringern. Ferner soll gemäß der Erfindung die Möglichkeit geschaffen werden, ein sekundäres Fluid 42 in diesem Bereich in das primäre Fluid 41 einzumischen, zumal dies hier mit geringen zusätzlichen Druckverlusten gelingt. Denn mit den gemäß der Erfindung in den erweiterten Kanalabschnitt einzubringenden Einbauten existiert bereits ein Verteilungsgitter für das sekundäre Fluid. Selbstverständlich könnte man das sekundäre Fluid auch über einen nachgeschalteten gesonderten Mischer in das primäre Fluid einspeisen. Aber eine derartige zusätzliche Komponente ist teuer und verursacht zusätzliche Druckverluste. Wenn derartige zusätzliche Druckverluste vermieden werden können, weil die Einbauten für den Druckrückgewinn in den erweiterten Kanal hinter dem Axialgebläse gemäß der Erfindung diese Aufgabe übernehmen, muss man die erzielten Druckverlusteinsparungen durch den dann möglichen Verzicht auf einen zusätzlichen Mischer als Erfolg der Einbauten gemäß der Erfindung werten.

[0079] Fig. 7 zeigt einen Lösungsansatz. Sie stellt einen Längsschnitt durch den Austrittsbereich eines Axialgebläses 9 mit einem nachgeschalteten Ringdiffusor 1, einem stark erweiterten Kanalabschnitt 18 und einem Register von Schalldämpferkulissen 20 in einem Gehäuse 40 dar.

[0080] Der Ringdiffusor 1 kann in klassischer Weise oder unter Anwendung der Prinzipien gemäß der Deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 022 418 ausgeführt sein. In den stark erweiterten Kanalabschnitt 18, der hier noch kreisrund gestaltet ist, sind ringförmige Verdrängungskörper 21.1, 21.2 und 21.3 eingebaut, die wenigstens teilweise eine schlanke Vorderkante und ein dickes

abströmseitiges Ende 22.1, 22.2 und 22.3 aufweisen. Der Verlauf der Strömungsquerschnitte 23.1, 23.2 und 23.3 zwischen benachbarten Ringen ist derart dimensioniert, dass der statische Druck in Strömungsrichtung weitgehend konstant bleibt. Wir sprechen hier demnach von einer angenäherten Gleichdruckumlenkung bzw. von einer näherungsweise isokinetischen Umlenkung mit Aufteilung des am Diffusoraustritt 2.2 noch zusammenhängenden inhomogenen Strömungsfeldes in einzelne Strömungsringe. Am Austritt aus den ringförmigen Kanälen 23.1, 23.2 und 23.3 werden sprunghafte Querschnittserweiterungen 24.1, 24.2 und 24.3 angeboten, wie es von Carnot'schen Stoßdiffusoren bekannt ist. In diesen parallel geschalteten Carnot'schen Stoßdiffusoren wird ebenfalls noch ein erheblicher Druckrückgewinn erzielt. Der Endabschnitt der Nabe 25 ist hier leicht konvergent ausgeführt. Dies ist keinesfalls zwingend, sondern von der jeweiligen Einbausituation abhängig. Durch die Aufteilung des Gesamtströmungsfeldes mit der Geschwindigkeitsverteilung 17 in einzelne schmalere ringförmige Zonen 23.1, 23.2 und 23.3 gelingen der Druckrückgewinn und die Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung schon bei einer relativ kurzen Lauflänge, allerdings im Wesentlichen erst stromab der Einbauten 21. Die ringförmigen Strömungsfelder 26.1, 26.2 und 26.3 am Austritt aus den Teilkanälen 23.1, 23.2 und 23.3 sind dabei derart ausgerichtet, dass die Eintrittsfläche des nachfolgenden Registers von Schalldämpferkulissen 20 gleichmäßig mit dem primären Fluid 41 versorgt wird.

[0081] Wichtig ist für das Verständnis der vorliegenden Erfindung auch noch folgender Aspekt: In den Carnot'schen Stoßdiffusoren 24.1, 24.2 und 24.3, die auf die Gleichdruckumlenkung folgen, wird bekanntlich auch noch ein Anstieg des statischen Druckes erzielt. Dieser ist umso höher, je größer die Austrittsgeschwindigkeit aus den Teilkanälen 24 ist. Auch dieser Anstieg des statischen Drucks wird den benachbarten Zonen aufgeprägt und kann dort zu einer erheblichen Drosselwirkung führen. Deshalb ist in einer Verfeinerung des Prinzips der Gleichdruckumlenkung anzustreben, auch unter Einschluss der Wirkung der Carnot'schen Stoßdiffusoren noch eine möglichst homogene statische Gegendruckverteilung zu erzeugen. Insbesondere bei einer stärker inhomogenen Geschwindigkeitsverteilung 17 am Diffusoraustritt 2.2 ist dies unter Umständen nur durch zusätzliche Drosselelemente in jenen Kanalabschnitten zu erzielen, die mit hoher Strömungsgeschwindigkeit bzw. mit einem hohen dynamischen Druck angeströmt werden. Dies zeigt, dass es nachteilig ist, wenn die Geschwindigkeitsverteilung am Austritt des Gebläse - Ringdiffusors 1 bereits stark inhomogen ist. Der Gebläse - Ringdiffusor sollte daher nicht zu hoch aerodynamisch belastet werden, weil sich dann das wandnahe Geschwindigkeitsprofil dem Ablöseprofil mit Wandschubspannung Null (Geschwindigkeitsgradient an der Wand = 0) annähert. Demzufolge ist ein Gebläsediffusor, der zusätzlich zu einem sich erweiternden Gehäuse mit einer

konvergenten Nabe ausgestattet ist, in vielen Fällen eher nachteilig. Es kann dagegen sogar von Vorteil sein, den Nabenkörper innerhalb des Diffusorabschnitts 1 in Strömungsrichtung noch etwas zu erweitern und den Öffnungswinkel des Gehäuses 2 ebenfalls etwas zu vergrößern. Auf diese Weise gelingt es wesentlich besser, die Anströmfläche eines nachfolgenden Registers aus Schalldämpferkulissen in einem stark erweiterten Kanalabschnitt homogen anzuströmen. Denn dann sind die Versorgungswege zu den Rändern der Schalldämpferkulissen bzw. zum Zentralbereich derselben näherungsweise gleich lang. Aber im Einzelnen hängt dies von den Abmessungen der Anströmfläche der Schalldämpferkulissen sowie vom Abstand der Kulisseneintrittsebene zu den die Strömung vergleichmäßigenden Einbauten 21.1, 21.2 und 21.3 ab. Und ferner können ja auch ganz andere Einbauten nachfolgen, deren Anströmung anderen Erfordernissen genügen muss, sodass wir hier nicht näher auf diese Problematik eingehen wollen. Anstelle des Einbaus von Drosselelementen in Zonen mit zu hohem dynamischen Druck kann es vorteilhaft sein, durch Leitelemente hochenergetisches Fluid in Zonen mit geringerem dynamischen Druck einzuleiten. Hiermit kann ein Strahlpumpeneffekt erzielt werden, durch den langsame Fluidzonen beschleunigt und einen Druckberg hoch geschleppt werden. Fig. 8 zeigt eine entsprechende Ausgestaltung. Hier sind auf die Endflächen 22.1, 22.2, 22.3 und 22.4 Deflektorbleche 28 montiert, durch welche die Strömung am Austritt der ringförmigen Kanäle 24.1, 24.2 und 24.3, vergl. Fig. 7, in Umfangsrichtung abwechselnd nach außen bzw. nach innen umgelenkt wird. Dies ist nur in der oberen Hälfte des Querschnitts eingezeichnet, während in der unteren Hälfte die Geschwindigkeitsverteilung 17 und ein Radialschwert 27 dargestellt sind. Derartige Radialschwerter dienen der Zentrierung der Ringelemente 21, Fig. 7 und Fig. 8.

[0082] Ein derartiger Mischer für Teilströme unterschiedlicher Geschwindigkeit (Impulsmischer) bietet selbstverständlich auch sehr gute Voraussetzungen für die Einmischung eines sekundären Fluids 42 in das primäre Fluid 41. Hier würde sich eine Kombination der Varianten gemäß der Fig. 8 und 10 anbieten.

[0083] Die ringförmigen Einbauten 21.1, 21.2 und 21.3 in Fig. 7 werden üblicherweise über radiale Schwerter 27 zentriert. Aber durch diese Maßnahme alleine kann in manchen Fällen noch keine ausreichende fluiddynamische Entkopplung der Teilströme 26.1, 26.2 und 26.3 erreicht werden. Diese ringförmigen Teilströme neigen dazu, eine instationäre Wechselwirkung untereinander einzugehen. Diese kann durch die Deflektorbleche gemäß Fig. 8 stark gedämpft werden. Eine weitere Möglichkeit der Dämpfung ist in Fig. 9 im Schnitt (links) und in einer Ansicht von der Abströmseite her (rechts) dargestellt. Hier sind zwischen die Ringe 21.1, 21.2 und 21.3, Fig. 7, und zur Nabe 25 hin austrittsseitige Verdrängungskörper 29.1, 29.2 und 29.3 installiert, die sinnvollerweise auf den bereits angesprochenen Radialschwertern 27 montiert werden. Durch diese Verdrängungskör-

per werden die weitgehend geschlossenen Strömungsringe in Ringabschnitte aufgeteilt, die weniger stark zu Wechselwirkung neigen.

[0084] Mit einer Gleichdruckumlenkung gemäß Fig. 9 ist gemäß der Erfindung auch die Aufgabe gelöst, ein sekundäres Fluid 42 in das primäre Fluid 41 einzumischen. Das sekundäre Fluid 42 wird über eine Rohrleitung 30 sowie über die hohl ausgeführten Verdrängungskörper 29.1, 29.2 und 29.3, vergl. Fig. 10, in die hohl ausgeführten Ringelemente 21.1, 21.2, 21.3 und in den Nabenkörper 25, Fig. 7, der Gleichdruckumlenkung eingeleitet. Aus den Ringen 21.1, 23.2, 21.3 sowie aus dem Nabenkörper 25 tritt das sekundäre Fluid 42 in das primäre Fluid 41 über Öffnungen 31 ein. Der Vermischungsprozess kann durch Deflektorbleche 28 stark angefacht werden, die gemäß Fig. 8 austrittsseitig an den Ringelementen der Gleichdruckumlenkung befestigt sind, und die die aus den Zwischenräumen 23.1, 23.2 und 23.3 austretenden Primärfluidstrahlen 26.2, 26.2 und 26.3 abwechselnd nach außen, d. h. zu größeren Radien, und nach innen umlenken. Somit kann mit dieser Gleichdruckumlenkung gemäß der Erfindung sowohl die Aufgabe einer Homogenisierung der Strömung bei geringerem Druckverlust bzw. sogar bei einem statischen Druckrückgewinn als auch die Einmischung eines sekundären Fluids bewirkt werden. Nimmt man dagegen die Aufgabe der Einmischung eines sekundären Fluids aus der Zielrichtung der Erfindung heraus und ordnet sie einer getrennten Mischerkomponente zu, so ist dies in jedem Falle mit einem zusätzlichen Druckverlust sowie mit zusätzlichen Investitionskosten verbunden.

[0085] Die vorstehend beschriebenen Wirkmechanismen und Lösungskonzepte können selbstverständlich auch auf andere Konfigurationen angewandt werden, wie sie beispielsweise in Fig. 11 dargestellt sind. So ist es gemäß der Erfindung sehr vorteilhaft, einen beschauften Krümmer 32, insbesondere dann, wenn dieser in Strömungsrichtung eine Querschnittserweiterung aufweist, mit Leitkörpern 33 auszustatten, die eine verdickte Abströmseite 34 aufweisen. Durch die hiermit verbundene Verdrängungswirkung kann ebenfalls eine Gleichdruckumlenkung mit sich anschließenden Carnot'schen Stoßdiffusoren erzeugt werden. Hier kann es sogar vorteilhaft sein, die Verdickung etwas stärker auszuführen, als für einen gleichbleibenden Strömungsquerschnitt zwischen den Leitkörpern erforderlich wäre. Durch die Beschleunigung, die mit der Querschnittsabnahme in Strömungsrichtung bei Unterschallströmungen einher geht, wird eine Strömungsablösung auf der Saugseite der Umlenkschaufeln auch dann vermieden, wenn eine starke Umlenkung um z. B. 90° verwirklicht werden soll.

[0086] Selbstverständlich können alle im Zusammenhang mit der ringförmigen Gleichdruckumlenkung beschriebenen Prinzipien, insbesondere auch die Maßnahmen für die Zumischung eines sekundären Fluides, auch in einer Kanalumlenkung zur Anwendung kommen. Hierfür werden die Umlenkschaufeln 33 hohl ausgeführt und über einen Stutzen 30 an die Versorgung mit dem zuzu-

mischenden sekundären Fluid angeschlossen, wie in den Fig. 11 und 12 dargestellt ist. Auf die abströmseitigen Endflächen 34 des Gerüsts aus Umlenkschaufeln 33 können Deflektorschaukeln 28 aufgesetzt werden, die eine Intensivierung der Vermischung bewirken. Bei einer sehr inhomogenen Zuströmung zu dem Gitter aus Umlenkschaufeln 33 kann es sinnvoll sein, die Konfiguration der Deflektorschaukeln 28 an die lokale Situation derart anzupassen, sodass eine Vergleichmäßigung der Durchströmung oder jedenfalls eine Vergleichmäßigung der Abströmung vom Umlenkgerüst zu der nachfolgenden Komponente bewirkt wird. Zu diesem Zweck kann nach der Erfindung der Anstellwinkel α der Deflektorbleche 28 von Ort zu Ort variiert werden. Mit abnehmendem Winkel α kommt es zu einer stärkeren lokalen Drosselung der Strömung des Primärfluides sowie zu einer Intensivierung der Einmischung in benachbarte Zonen. Wenn kein sekundäres Fluid 42 eingemischt werden soll, wirkt das System mit den Deflektorblechen 28 als Mischer und Homogenisierungskomponente innerhalb des primären Fluides 41.

[0087] In Fig. 11 sind auch in den Gebläsediffusor 2 Leitflächen 36 eingezeichnet, wie bereits in einer früheren deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 022 418, siehe Fig. 1 bis Fig. 5, desselben Erfinders vorgeschlagen wurde. Hiermit kann eine Vergleichmäßigung der Abströmung aus dem Ringdiffusor erzielt werden, und dies ist von erheblichem Vorteil für die Durchströmung des nachfolgenden Krümmers.

[0088] Fig. 12 zeigt ausschnittsweise eine Draufsicht auf die Abströmseiten 34 der Leitschaufeln 33. Hier sind die abwechselnd nach links bzw. nach rechts abgewinkelten Deflektorbleche 28 zu erkennen sowie die zugeordneten Ausblasbohrungen 39 für ein sekundäres Fluid 42. Der Zuführungskanal 44 für das sekundäre Fluid 42 ist hier außerhalb des Krümmers angeordnet.

[0089] Fig. 13 dieser Erfindung stellt eine Übersichtszeichnung dar. Sie zeigt insbesondere auch die zusätzlichen Funktionselemente im Vergleich mit den früheren Anmeldungen der Erfinder. Dabei ist ein erster Ring 45.1 von Hilfsleitschaufeln 45 nahe der Gehäuseaußenwand an den Nachleitschaufeln 5 des Gebläses angebracht. Ein zweiter Ring 45.2 von Hilfsleitschaufeln 45 ist nahe der Nabe 7 an denselben Nachleitschaufeln angeordnet. Üblicherweise sind größenordnungsmäßig 20 Nachleitschaufeln vorhanden. Durch die leicht zu den jeweiligen Wänden hin geneigten Hilfsleitschaufeln wird eine Beschleunigung der wandnahen Strömungsfelder bzw. der Strömungsgrenzschichten bewirkt, ohne dass es zu einer relevanten Strömungsablösung und demzufolge zu erheblichen Druckverlusten kommen müsste. Die Hilfsleitschaufeln können z. B. auf der Druckseite 5.1 der Leitschaufeln 5 angebracht sein oder sowohl auf der Druckseite 5.2 als auch auf der Saugseite 5.1, vergl. die Detaildarstellung in Fig. 16. Da diese Hilfsleitschaufeln in Zonen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit angeordnet sind, müssten sie selbstverständlich als aerodynamisch optimierte Flügel ausgeführt sein.

[0090] Die Wirkung dieser Hilfsleitschaufeln zeigt sich in einem Geschwindigkeitsprofil gemäß Ziffer 46 mit großen Geschwindigkeitsgradienten 46.1 an der Gehäusewand bzw. an der Nabe 46.2. Es kann sogar vorteilhaft sein, nahe der Wände eine Zone mit etwas höheren Strömungsgeschwindigkeiten als in Kanalmitte zu erzeugen, wie dies für das Geschwindigkeitsprofil 46 in Fig. 13 dargestellt ist.

[0091] Im mittleren Abschnitt des divergenten Gehäuses 2 des Ringdiffusors 1 ist an der Innenwand ein Ring 47.1 von einzelnen nur geringfügig gegen die Strömung angestellten Leitschaufeln angeordnet. Ein entsprechender Ring 47.2 von Leitschaufeln ist an der Nabe 3 angebracht. Die Leitschaufeln auf beiden Ringen könnten hier auch als Deltaflügel 48 ausgeführt sein. In aller Regel würden wir jedoch keine Deltaflügel einsetzen, sondern Flügelabschnitte mit einer definierten Vorderkante, die auf einem zur Diffusorachse näherungsweise konzentrischen Ring liegen. Die Flügelabschnitte könnten vorteilhafterweise mit "tip wings" ausgestattet sein, wodurch die Randwirbelbildung und demzufolge der Druckverlust reduziert werden, wie dies bereits in der Anmeldung DE10 2010 022 418 vorgeschlagen wurde. Durch die leichte Anstellung gegen die Anströmung erzeugt jeder Flügel einen in die Strömungsgrenzschicht hinein gerichteten Impulsstrom.

[0092] Grundsätzlich können auch mehrere Ringe von Leitschaufelelementen bzw. Leitflügeln an unterschiedlichen axialen Positionen des Ringdiffusors angebracht werden. Durch die Maßnahmen in Gestalt der Hilfsleitschaufeln 45.1 und 45.2 an den Hinterkanten der Nachleitschaufeln 5 des Gebläses sowie der Leitschaufeln 47.1 und 47.2 im divergenten Abschnitt des Ringdiffusors 1 wird in Querschnitt 2.2 am Diffusorende ein weitgehend homogenes Geschwindigkeitsprofil 17 erzeugt, welches sich insbesondere durch starke Geschwindigkeitsgradienten in den wandnahen Bereichen 17.1 und 17.2 auszeichnet. Auf Basis eines derartigen Geschwindigkeitsprofils gelingt es, bei minimalen Totaldruckverlusten und bei einem bestmöglichen statischen Druckrückgewinn im nachfolgenden stark erweiterten Abschnitt 18 durch geeignete Einbauten eine weitgehend homogene Zuströmung 51 zu den nachfolgenden Komponenten, hier einem Kulissenschalldämpfer 20, zu erzeugen. Als Einbauten sind hier keilförmige Hohlkörper bzw. V-förmige Zwickelbleche 52 vorgesehen mit einer radial ausgerichteten und ziemlich scharf zulaufenden Anströmungs- bzw. Vorderkante 52.1. Das durch die Zwickelbleche gebildete V muss nicht unbedingt an der Hinterkante geschlossen sein. Wenn eine höhere Staubbildung im Fluid auftritt, kann es jedoch zur Vermeidung von Staubansammlungen sinnvoll sein, die Zwickelbleche als Hohlkörper auszuführen und ein hinteres Deckblech 52.2 vorzusehen, vergl. auch Fig. 13.

[0093] In diesem Falle bilden die Zwickelbleche radial verlaufende Hohlkörper, denen über einzelne Stutzen 52.3 ein zweites Fluid zugeführt werden kann, sofern eine derartige Zumischung z. B. von Warmluft erforderlich

ist. Das zweite Fluid kann über Bohrungen 52.4 in den primären Fluidstrom eingeleitet werden. Zwischen den Zwickelblechen sind zusätzliche Leitschaufeln 52.5 angebracht. Die Zwickelbleche 52 enden an einem konzentrischen Ring 52.7, der gleichzeitig das nabennächste Leitelement 52.5 darstellt. Zur Nabe 52.6 hin ist Ring 52.7 über radiale Schwerter 52.8 abgestützt. In Fig. 13 sind die konzentrischen Leitbleche 52.5 zwischen den V-förmigen Zwickelblechen mit einer verdickten Hinterkante 49 dargestellt. Diese Lösung stellt eine Kombination der beiden unterschiedlichen Konzepte dar, die Strömungsablösung in einem stark erweiterten Kanalabschnitt zu vermeiden; hier sind die V-förmigen radial verlaufenden Zwickelbleche 52 mit zur Hauptachse 30 konzentrischen und zur Hinterkante hin verdickten Verdängungskörpern 49 kombiniert.

[0094] Für die Einleitung und Einmischung eines sekundären Fluids (z. B. Heißluft oder Ammoniak) in das primäre Fluid existieren mehrere Möglichkeiten.

[0095] In Fig. 14 sind Stutzen 47.3 und 47.4 für die Einleitung des sekundären Fluids in naher räumlicher Zuordnung zu den Leitschaufeln 47.1 und 47.2 angebracht. Das primäre Fluid wird in die mit geringer Turbulenz abgeschöpften Teilströme eingemischt. Da auf die Erzeugung einer hoch turbulenten Strömung im Hinblick auf die Minimierung der Druckverluste bei dieser Erfindung verzichtet wurde, ist für die Einmischung des sekundären Fluids eine größere Laufstrecke erforderlich.

[0096] In Fig. 15, welche eine Darstellung bei Blickrichtung stromauf zur Hauptströmung des primären Fluids 41 darstellt, ist das Prinzip der Einleitung eines sekundären Fluids in das primäre Fluid über die keilförmigen Hohlkörper 52 dargestellt. Jedem Hohlkörper 52 ist ein Eintrittsstutzen 52.3 zugeordnet. Die Austrittsbohrungen 52.4 für das sekundäre Fluid sind nur in Fig. 13 bildlich wiedergegeben. Fig. 13 zeigt auch die Endfläche 52.9 des Nabenkörpers 52.6 sowie radiale Stegbleche 52.8, über die der Ring 52.7 zur Nabe 52.6 abgestützt ist.

[0097] Fig. 17 und Fig. 18 zeigen noch einen Sonderfall der Konfiguration nach Fig. 13 oder Fig. 14. Hier sind im Gebläsediffusor schwach angestellte Leitelemente näherungsweise auf einem zur Hauptachse 16 konzentrischen Ring angeordnet, durch die das Primärfluid abwechselnd nach außen auf die Gehäusewand zu bzw. nach innen zur Nabe hin geleitet wird. Dabei können die Leitelemente 47.1 und 47.2 unterschiedlich groß ausgeführt sein. Der Radius des zur Hauptachse 16 konzentrischen Ringes, auf welchem die Leitelemente angeordnet sind, wird so dimensioniert, dass der Primärfluidstrom näherungsweise in zwei gleichgroße Volumen-Teilströme aufgeteilt wird. Insbesondere bei einem inhomogenen Geschwindigkeitsprofil des Primärfluides kann es aber auch vorteilhaft sein, den Radius des Ringes so zu dimensionieren, dass er den Primärfluidstrom näherungsweise in zwei gleich große Impuls-Teilströme aufteilt.

[0098] Fig. 19 zeigt eine Variante der Fig. 7. Gemäss dieser Variante können im Ringdiffusor 1 oder in der nachfolgenden Kanalerweiterung 18 eine Segmentie-

zung des Ringkanals und/oder der Kanalerweiterung vorgesehen sein. Die Segmentierung erfolgt durch Kanal-segmente, welche über radiale Streben 51, 61 mit der Innenwand des Ringdiffusors 1 oder der Innenwand der Kanalerweiterung 18 verbunden sind. 50, 60. Die Kanal-segmente 50, welche sich im Ringdiffusor 1 zwischen dessen Innenwand und der Nabe 3 befinden können, als Zylindersegmente ausgebildet sein. Alternativ können sie auch parallel zur Innenwand des Ringdiffusors verlaufen, somit als Segmente eines Konus ausgebildet sein.

[0099] Die Kanalsegmente 60, welche sich in der Kanalerweiterung stromabwärts der ringförmigen Verdrängungskörper 21.1, 21.2 und 21.3 befinden, können ebenfalls als Segmente eines Konus ausgebildet sein. Die Neigung des Konus kann der Neigung des die Kanalerweiterung bildenden Konus entsprechen, kann aber auch größer oder auch kleiner sein, je nach der gewünschten Einflussnahme auf die Fluidströmung durch die Kanalerweiterung.

Nomenklatur (zu Fig. 6 bis Fig. 18)

[0100]

1	Ringdiffusor
2	Gehäuse des Ringdiffusors
2.1	Eintrittsebene zum Ringdiffusor
2.2	Austrittsebene des Ringsdiffusors
3	Nabe des Ringdiffusors
4	Endfläche eines zylindrischen Ringdiffusors
5	Nachleitschaufeln des Gebläses bzw. Radial-schwerter am Anfang der Nabe
6	Radialschwerter im Endabschnitt der Nabe
7	vorderer Abschnitt der Nabe
8	hinterer Abschnitt der Nabe
9	Axialgebläse
10	Rotor des Axialgebläses
11	Laufschauflern des Axialgebläses
12	Anströmnase des Axialgebläses
13	Nachlauftotwasser hinter der zylindrischen Nase
14	Nachlauftotwasser hinter einer schwach konver-genten Nabe
15	Geschwindigkeitsverteilung in 2.1
16	Achse des Ventilators
17	Geschwindigkeitsverteilung in 2.2
18	stark divergenter Gehäuseabschnitt, bevorzugt kreisrund
19	Strömungsablösegebiet in 18
20	Schalldämpferkulissen
21	ringförmige Einbauten in 18
22	abströmseitige Endflächen der Einbauten 21
23	ringförmige Kanäle zwischen den Einbauten 18 sowie der Nabe
24	Camot'sche Stoßdiffusoren
25	schwach konvergenter Nabenabschnitt
26	Anströmung der Schalldämpferkulissen
27	Radialschwerter

28	Deflektorbleche
29	Verdrängungskörper zwischen den ringförmigen Einbauten und den Radialschwertern
30	Eintrittsstutzen für das sekundäre Fluid
5 31	Einströmung des sekundären Fluids in die Ka-näle 23
32	Krümmen
33	Hohl - Leitkörper im Krümmer
34	Endflächen der Hohl - Leitkörper 33
10 35	Strömung des Primärfluides im Axialgebläse
36	Verdrängungskörper mit Leitwirkung im Ringdif-fusor
37	Nachlauftotwasser hinter den Einbauten 36 im Ringdiffusor
15 38	Ausströmung des Primärfluides 41 zwischen den Einbauten 18
39	Ausströmbohrungen für das Sekundärfluid 42 an den ab strömseitigen Endflächen 34 der Einbau-ten 33
20 40	abgerundete Anströmnasen der Leitkörper 33
41	Primärfluid Strömung
42	Sekundärfluidströmung
43	Drosselgitter
44	Zuführungskanal für das sekundäre Fluid 42
25 45	Hilfsleitschaufeln
45.1	Hilfsleitschaufeln nahe der Gehäusewand
45.2	Hilfsleitschaufeln nahe der Nabe 7
46	Geschwindigkeitsprofil hinter den Nachleit-schaufeln mit Hilfsleitschaufeln nahe dem Diffu-soreintritt 2.1
30 46.1	Geschwindigkeitsprofil mit großen Geschwin-digkeitsgradienten an der Gehäusewand
46.2	Geschwindigkeitsprofil mit großen Geschwin-digkeitsgradienten an der Nabe
35 47	Leitschaufeln im mittleren Abschnitt des Ringdif-fusors
47.1	Leitschaufeln am Gehäuse
47.2	Leitschaufeln an der Nabe
47.3	Stutzen für die Einleitung eines sekundären Flu-ids vom Gehäuse her
40 47.4	Stutzen für die Einleitung eines sekundären Flu-ids von der Nabe her
48	Leitblech in Gestalt eines leicht angestellten Flü-gels
45 49	Verdickte Hinterkantenabschnitt der Leitschau-feln 52.5
50.1	Strömungsgrenzschicht nahe der Gehäuse-wand
50.2	Strömungsgrenzschicht nahe der Nabe
50 51	Ausströmung aus dem stark divergenten Ab-schnitt 18 bzw. Zuströmung zu den Schalldämp-ferkulissen 20
52	keilförmige Hohlkörper bzw. Zwickelbleche
52.1	Vorderkante bzw. Anströmkante der Zwickelble-che
55 52.2	Deckblech der keilförmigen Hohlkörper am ab-strömseitigen Ende
52.3	Stutzen für die Einleitung eines sekundären Flu-

- ids in die Hohlkörper 52
- 52.4 Bohrungen zur Einleitung des sekundären Fluids in die Primärfluidströmung
- 52.5 Leitschaufeln zwischen den Zwickelblechen
- 52.6 Nabe im stark divergenten Abschnitt 18
- 52.7 zur Nabe 52.6 konzentrischer Ring
- 52.8 radiale Stützbleche zwischen der Nabe und dem Ring 52.7
- 52.9 Endfläche des Nabenabschnitts 52.6
- 53 Übergang vom kreisrunden stark divergenten Abschnitt 18 zum rechteckigen Einbauabschnitt der Schalldämpferkulissen 20

Patentansprüche

1. Von einem Primärfluid durchströmter Kanalabschnitt mit Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung sowie mit Einbauten, durch welche der Kanalquerschnitt in wenigstens 2 Teilkanäle aufgeteilt wird, wobei die Verdrängungsdicke wenigstens eines Teils der Einbauten in Strömungsrichtung zunimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanalabschnitt einen schlanken Gebläsediffusor mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 10° bis 20° aufweist, an welchen sich ein stark erweiterter Kanalabschnitt mit einem Öffnungswinkel im Bereich von 20° bis 120° anschließt, wobei die Einbauten als radial zur Diffusorhauptachse verlaufende V-förmige Zwickelbleche (52) in dem stark erweiterten Kanalabschnitt ausgeführt sind.
2. Kanalabschnitt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Zwickelblechen (52) ein Deckblech (52.2) vorgesehen ist, so dass das Zwickelblech (52) als ein keilförmiger Hohlkörper ausgeführt ist.
3. Kanalabschnitt nach Anspruch 2, wobei mindestens 3 keilförmige Hohlkörper (52) angeordnet sind.
4. Kanalabschnitt nach Anspruch 3, wobei der Öffnungswinkel in den Teilkanälen zwischen den keilförmigen Hohlkörpern (52) in der Größenordnung von 0° bis 18° liegt.
5. Kanalabschnitt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbauten (52) hohl ausgeführt und über Rohrleitungen von außen mit einem sekundären Fluid beschickt werden und dass das sekundäre Fluid über Bohrungen in der Oberfläche der Einbauten in das primäre Fluid zu Vermischungszwecken eingeblasen wird.
6. Kanalabschnitt nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Austrittsbereich der Einbauten (52) Deflektorflächen angebracht sind, die eine Mischungswirkung auf die Fluide aus-

üben.

7. Kanalabschnitt nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Deflektorflächen abwechselnd nach innen bzw. nach außen abgewinkelt sind.

Claims

1. A duct section flowed through by a primary fluid and having a cross-sectional extension in the flow direction as well as having installations by which the duct cross-section is divided into at least two part ducts, wherein the displacement thickness of at least one part of the installations increases in the flow direction, **characterized in that** the duct section has a slender blower diffuser which has an opening angle in the range of 10° to 20° and which is adjoined by a greatly extended duct section having an opening angle in the range of 20° to 120°, wherein the installations are designed as V-shaped gusset plates (52) extending radially with respect to the diffuser main axis in the greatly extended duct section.
2. A duct section in accordance with claim 1, **characterized in that** a cover plate (52.2) is provided at the gusset plates (52) such that the gusset plate (52) is designed as a wedge-shaped hollow body.
3. A duct section in accordance with claim 2, wherein at least three wedge-shaped hollow bodies (52) are arranged.
4. A duct section in accordance with claim 3, wherein the opening angle in the part ducts between the wedge-shaped hollow bodies (52) has an order of magnitude of 0° to 18°.
5. A duct section in accordance with any one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the installations (52) are of hollow design and are provided with a secondary fluid from the outside via pipe lines; and **in that** the secondary fluid is blown into the primary fluid for mixing purposes via bores in the surface of the installations.
6. A duct section in accordance with any one of the claims 1 to 5, **characterized in that** deflector surfaces which exert a mixing effect on the fluids are attached in the outlet region of the installations (52).
7. A duct section in accordance with claim 6, **characterized in that**

the deflector surfaces are alternately angled inwardly or outwardly.

ne de sortie des dispositifs installés (52), qui exercent un effet de mélange sur les fluides.

Revendications

1. Tronçon de canal traversé par un fluide primaire et présentant un élargissement de section transversale en direction d'écoulement ainsi que des dispositifs installés, par lesquels la section transversale du canal est subdivisée en au moins 2 canaux partiels, l'épaisseur de refoulement d'une partie au moins des dispositifs installés augmentant en direction d'écoulement, 5
caractérisé en ce que 10
le tronçon de canal comprend un diffuseur-ventilateur de forme élancée ayant un angle d'ouverture dans l'ordre de 10° à 20°, auquel se raccorde un tronçon de canal fortement élargi d'un angle d'ouverture dans l'ordre de 20° à 120°, les dispositifs installés étant réalisés sous forme de tôles en gousset (52) en forme de V s'étendant radialement par rapport à l'axe principal du diffuseur dans le tronçon de canal fortement élargi. 15
20
25
2. Tronçon de canal selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
une tôle de recouvrement (52.2) est prévue sur les tôles en gousset (52), de sorte que la tôle en gousset (52) est réalisée sous la forme d'un corps creux en forme de coin. 30
3. Tronçon de canal selon la revendication 2, dans lequel sont agencés au moins 3 corps creux (52) en forme de coin. 35
4. Tronçon de canal selon la revendication 3, dans lequel l'angle d'ouverture dans les canaux partiels entre les corps creux (52) en forme de coin est de l'ordre de 0° à 18°. 40
5. Tronçon de canal selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**
les dispositifs installés (52) sont réalisés creux et sont alimentés en un fluide secondaire depuis l'extérieur via des conduites tubulaires, 45
et **en ce que** le fluide secondaire est soufflé dans le fluide primaire via des perçages ménagés dans la surface des dispositifs installés, à des fins de mélange. 50
6. Tronçon de canal selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**
des surfaces de déflecteur sont montées dans la zo- 55

7. Tronçon de canal selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**
les surfaces de déflecteur sont coudées en alternance vers l'intérieur ou vers l'extérieur.

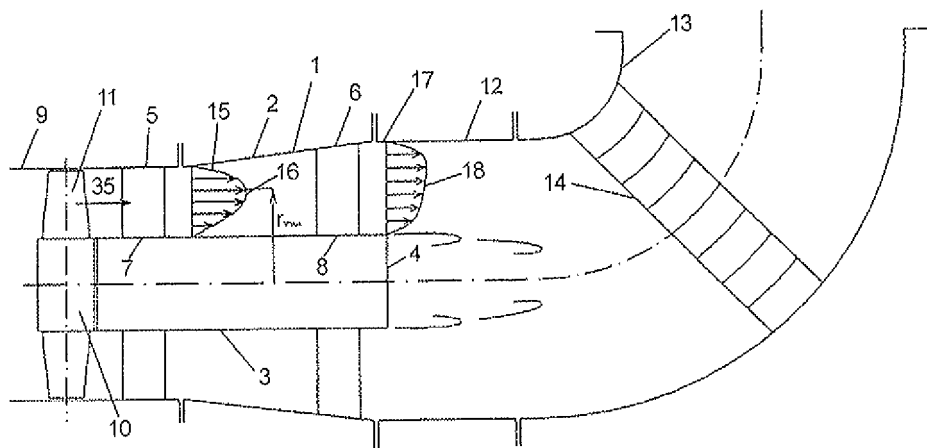


Fig. 1

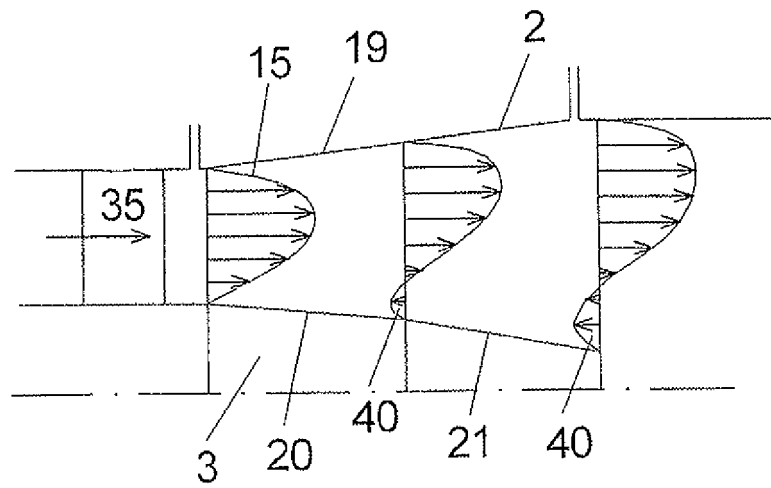


Fig. 2

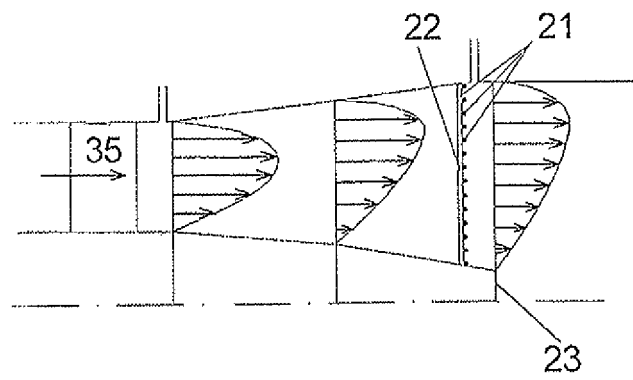


Fig. 3

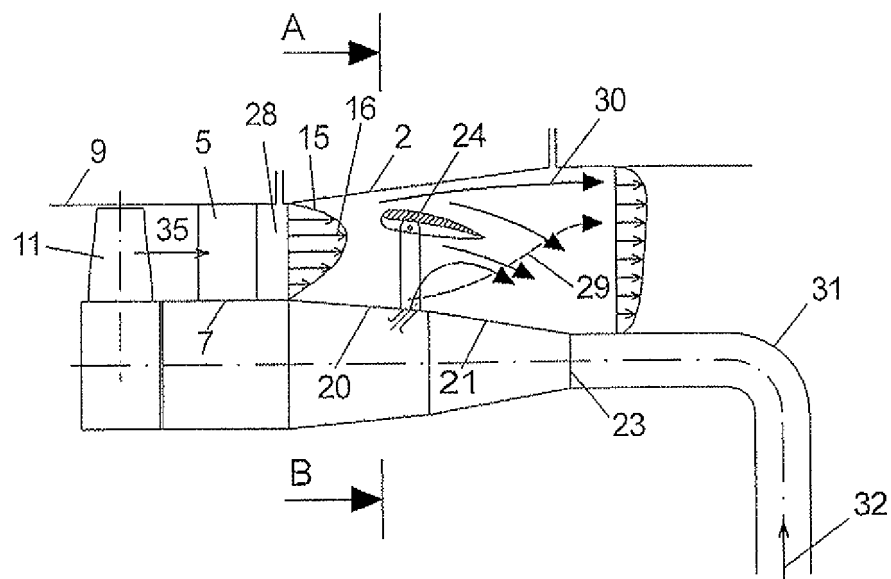


Fig. 4.

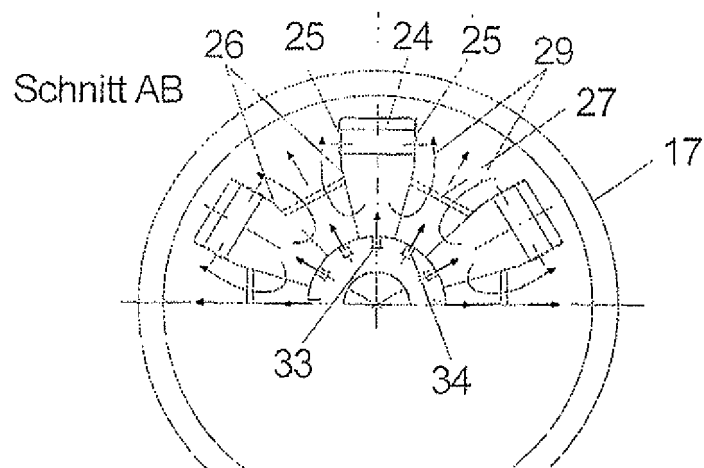


Fig. 5

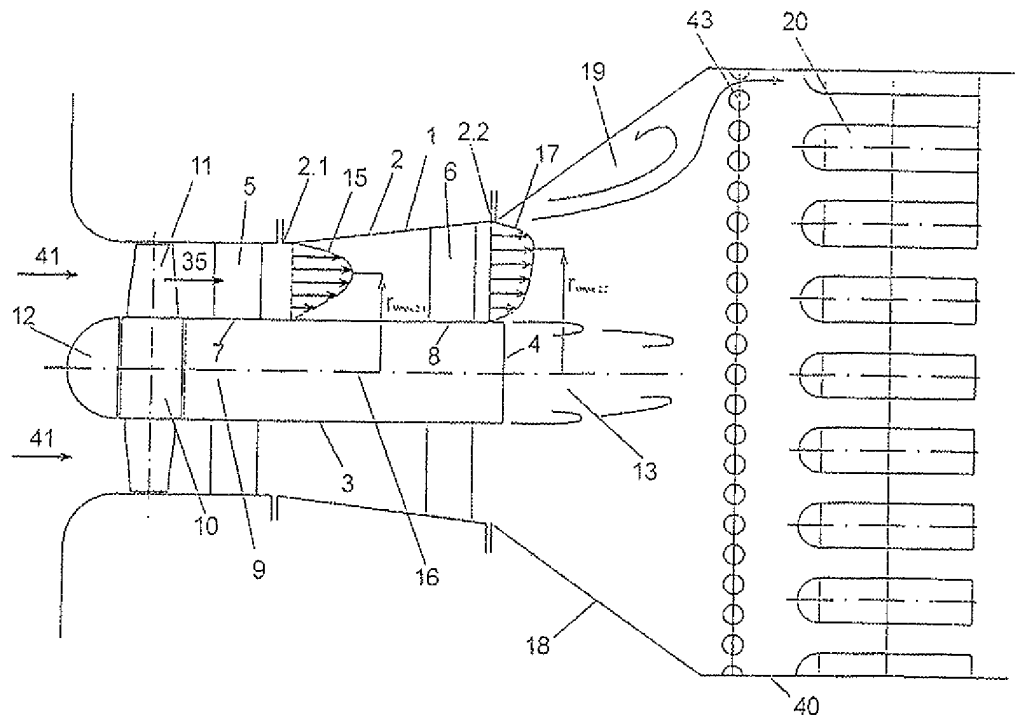


Fig. 6

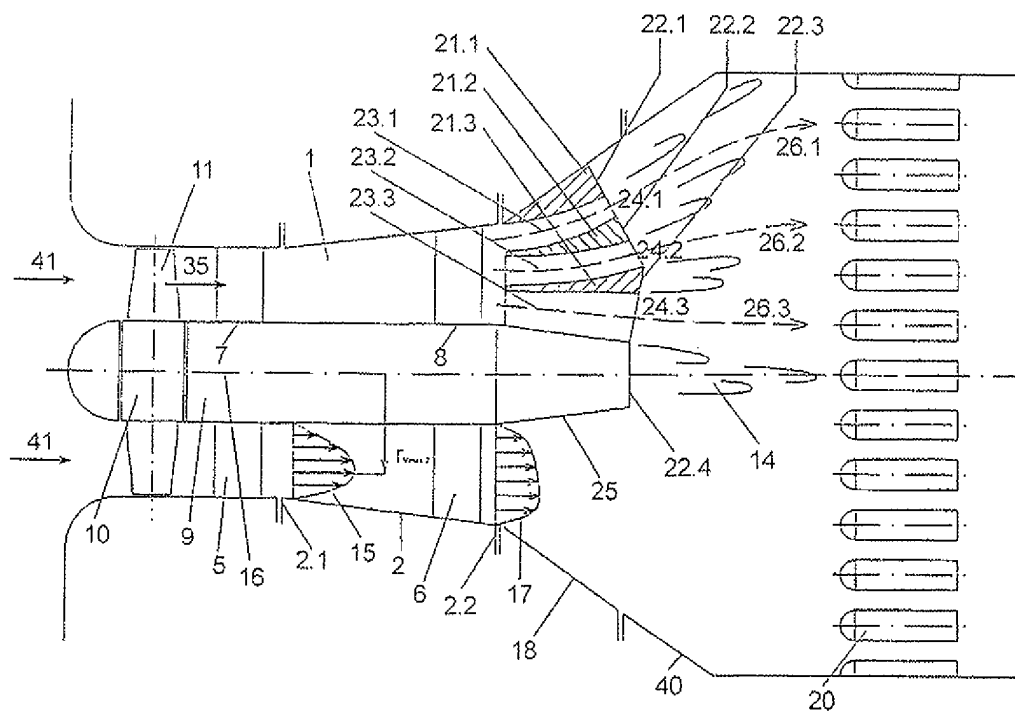


Fig. 7

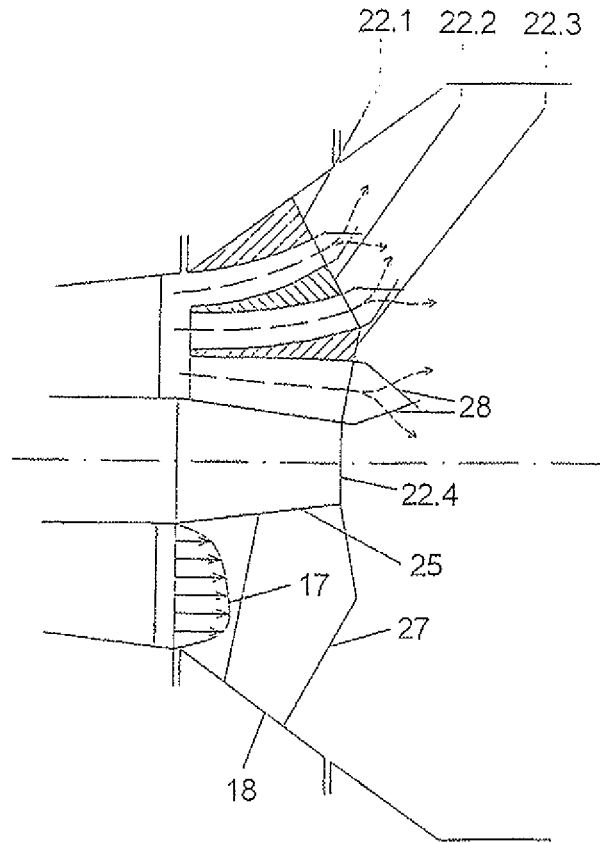


Fig. 8

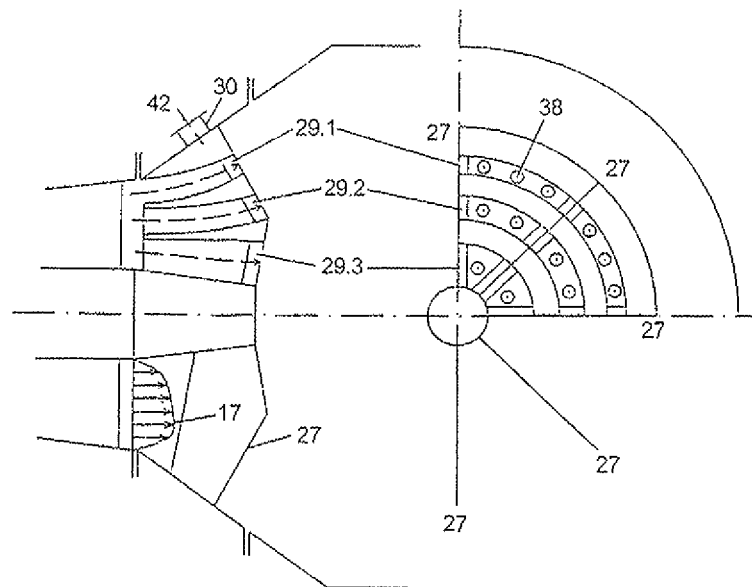


Fig. 9

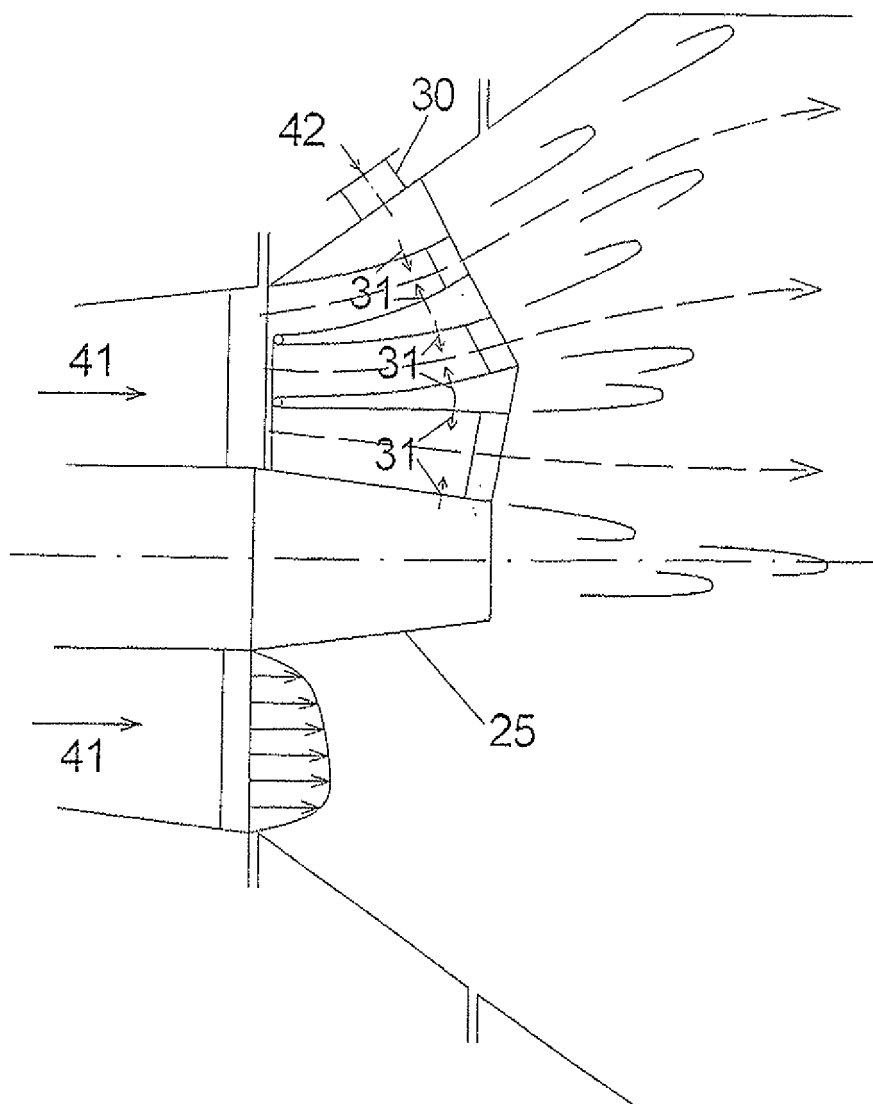


Fig. 10

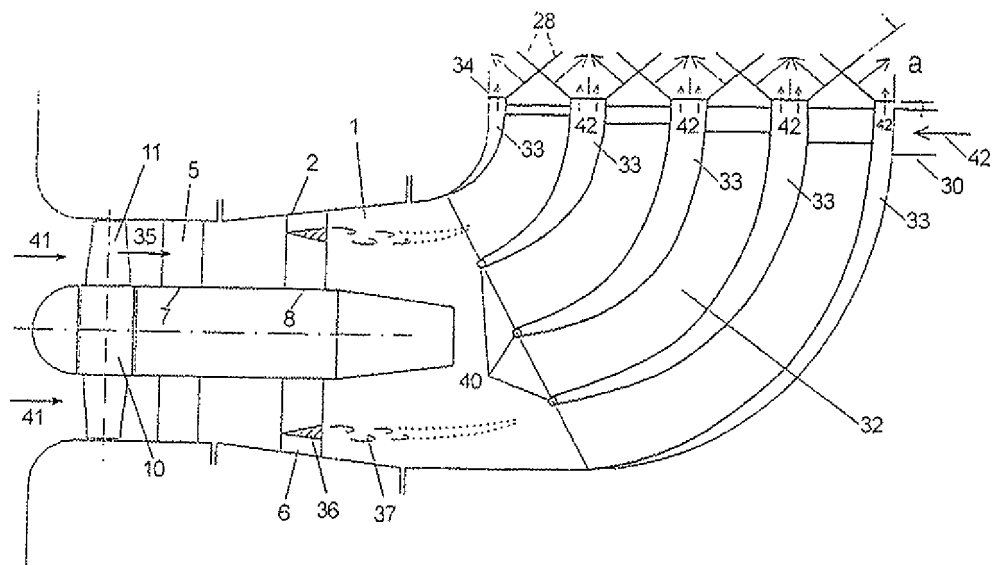


Fig. 11

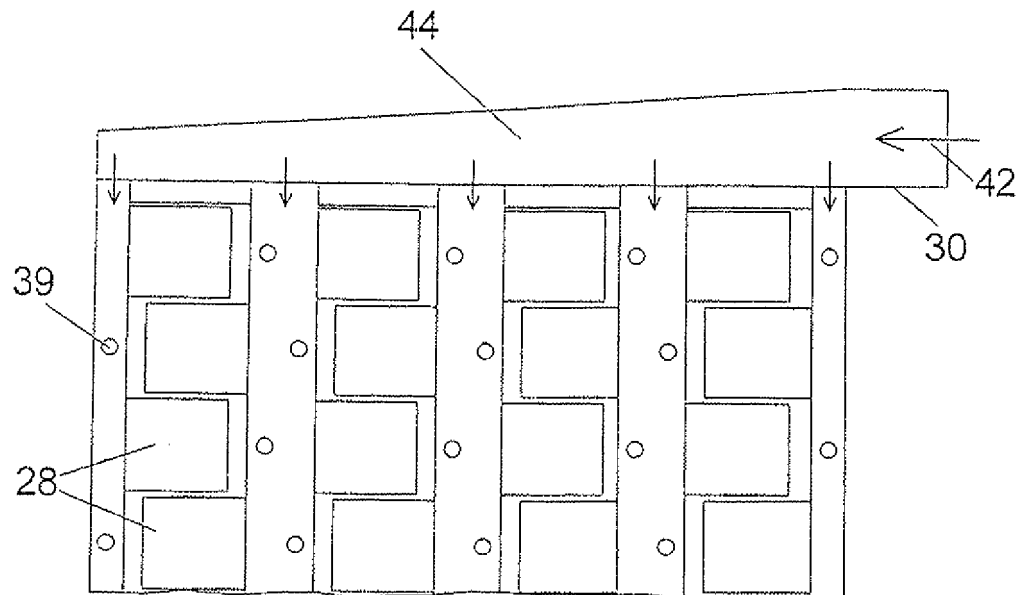


Fig. 12

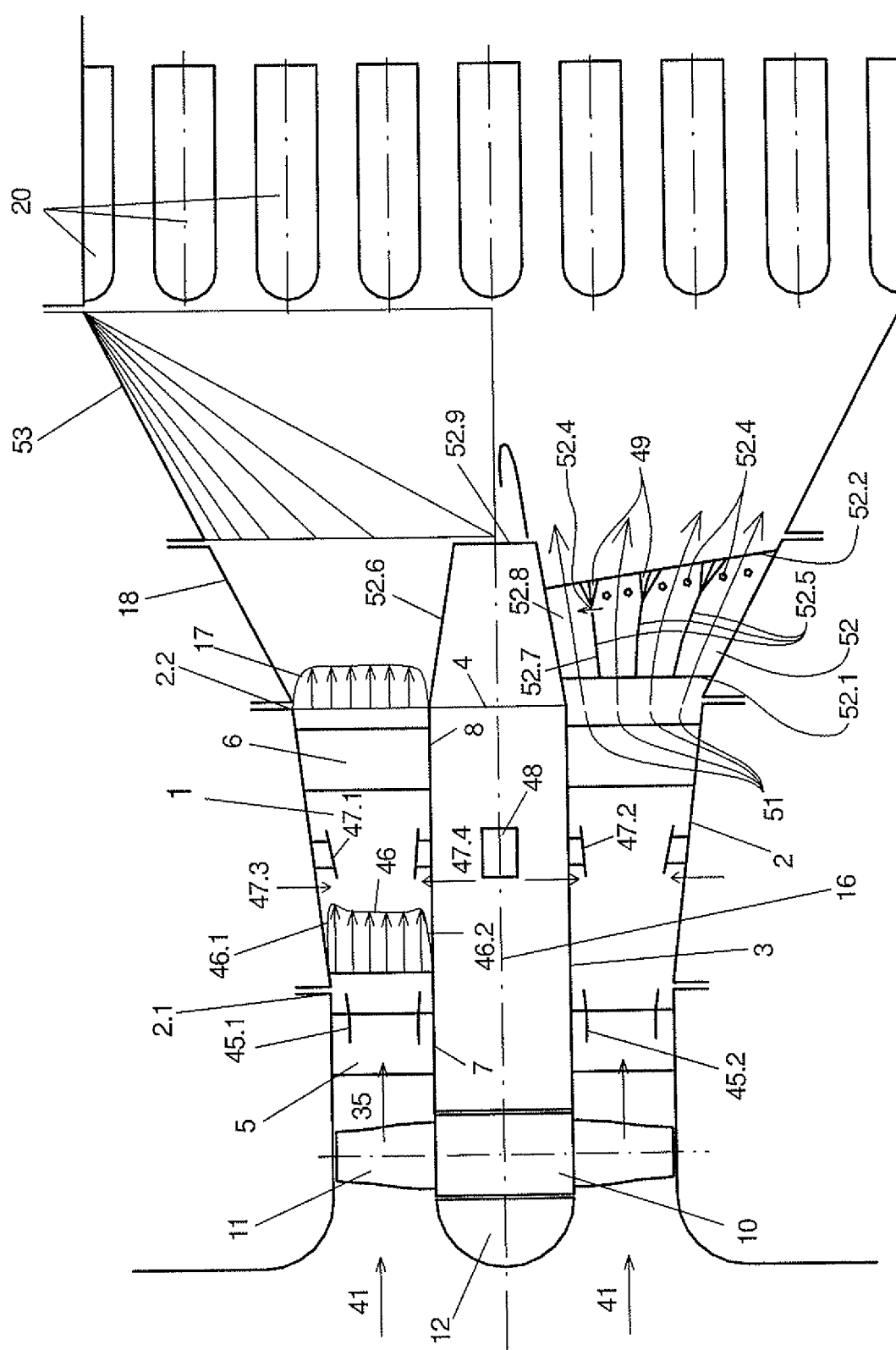


Fig. 13

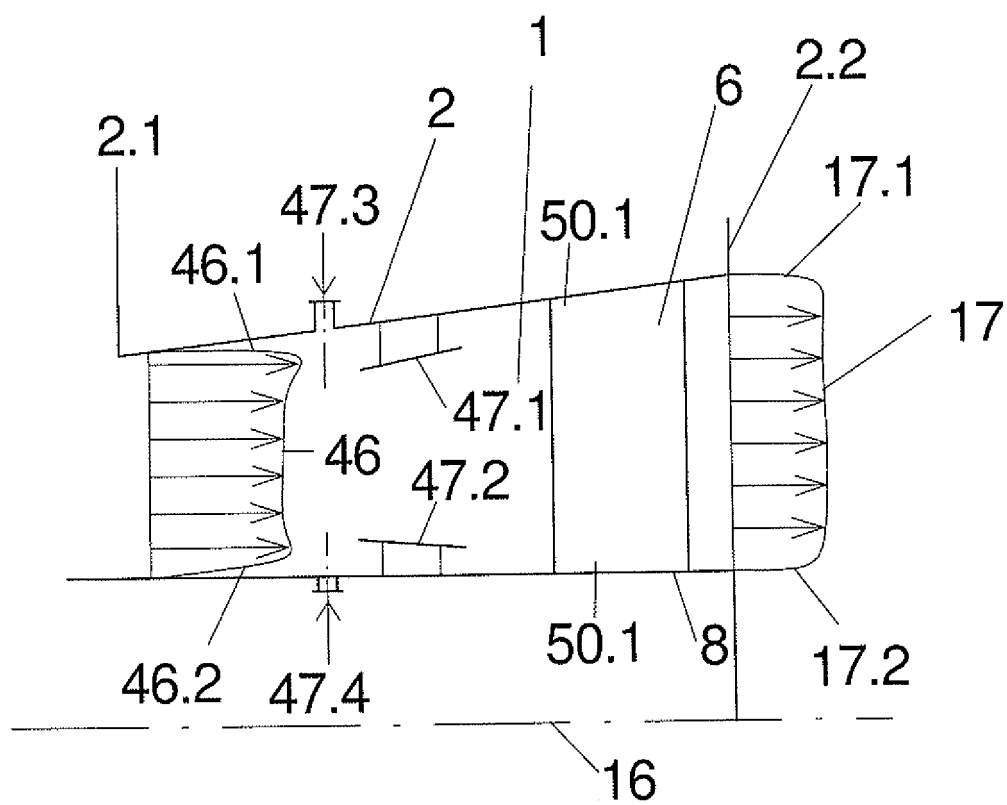
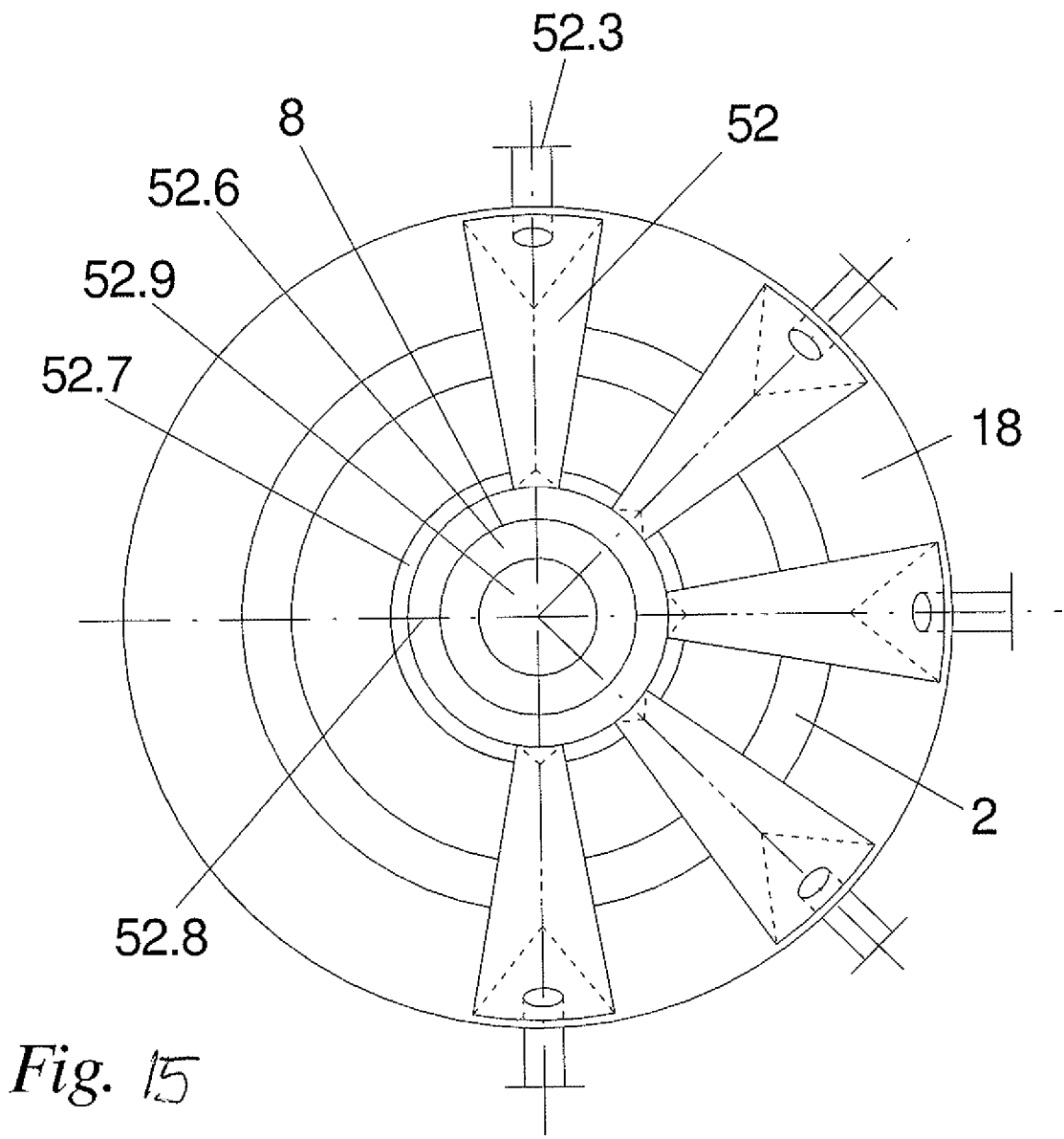


Fig. 14



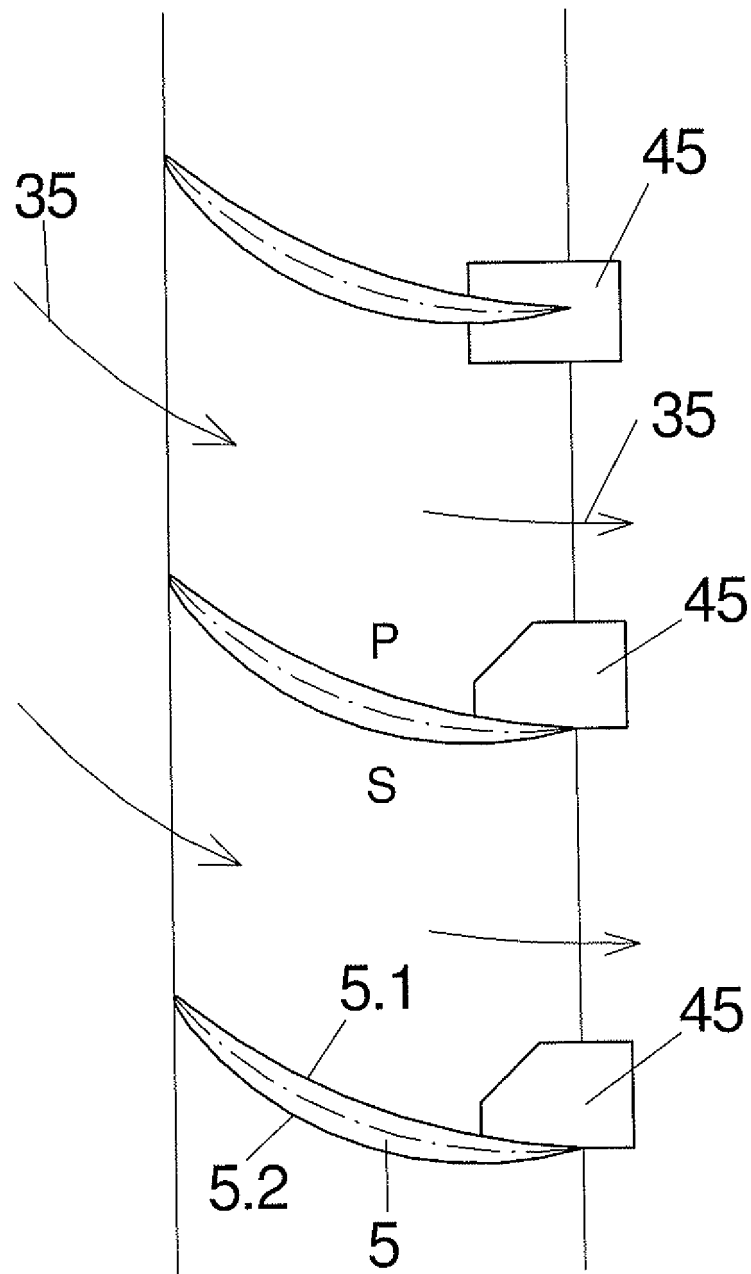


Fig. 16

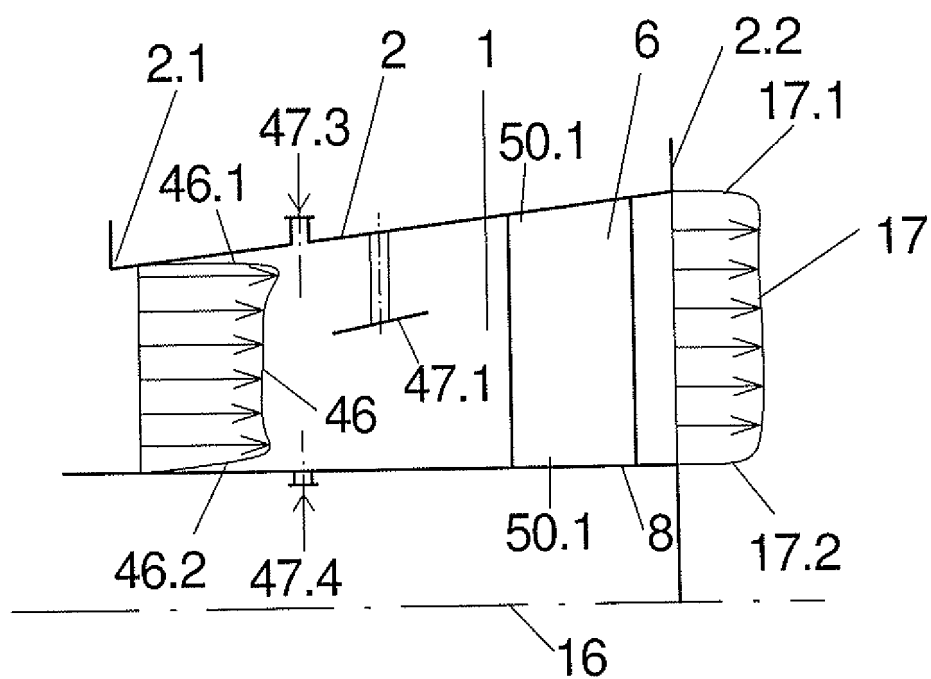


Fig. 17

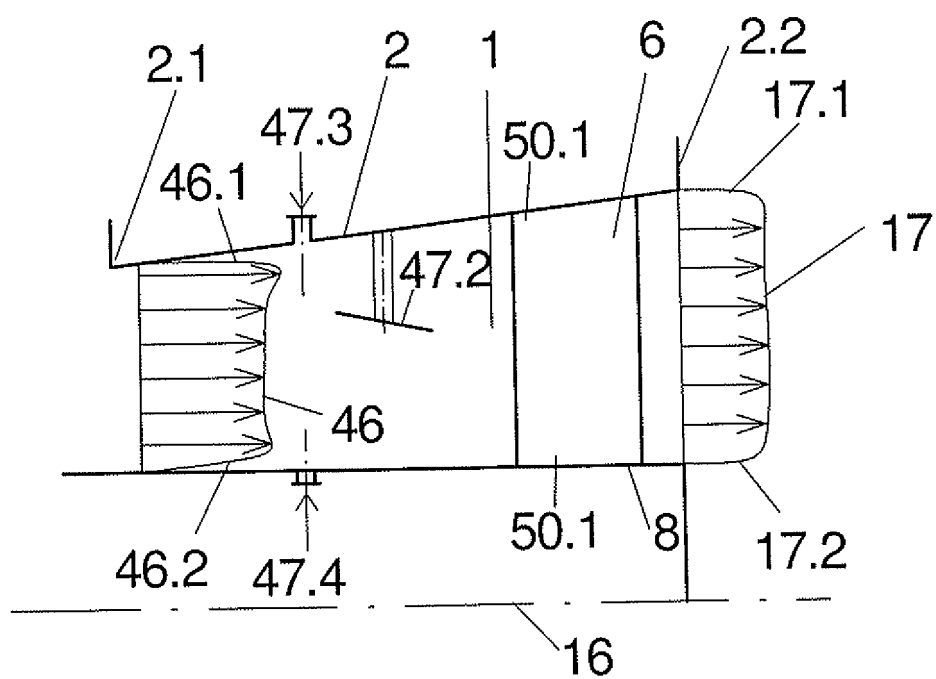


Fig. 18

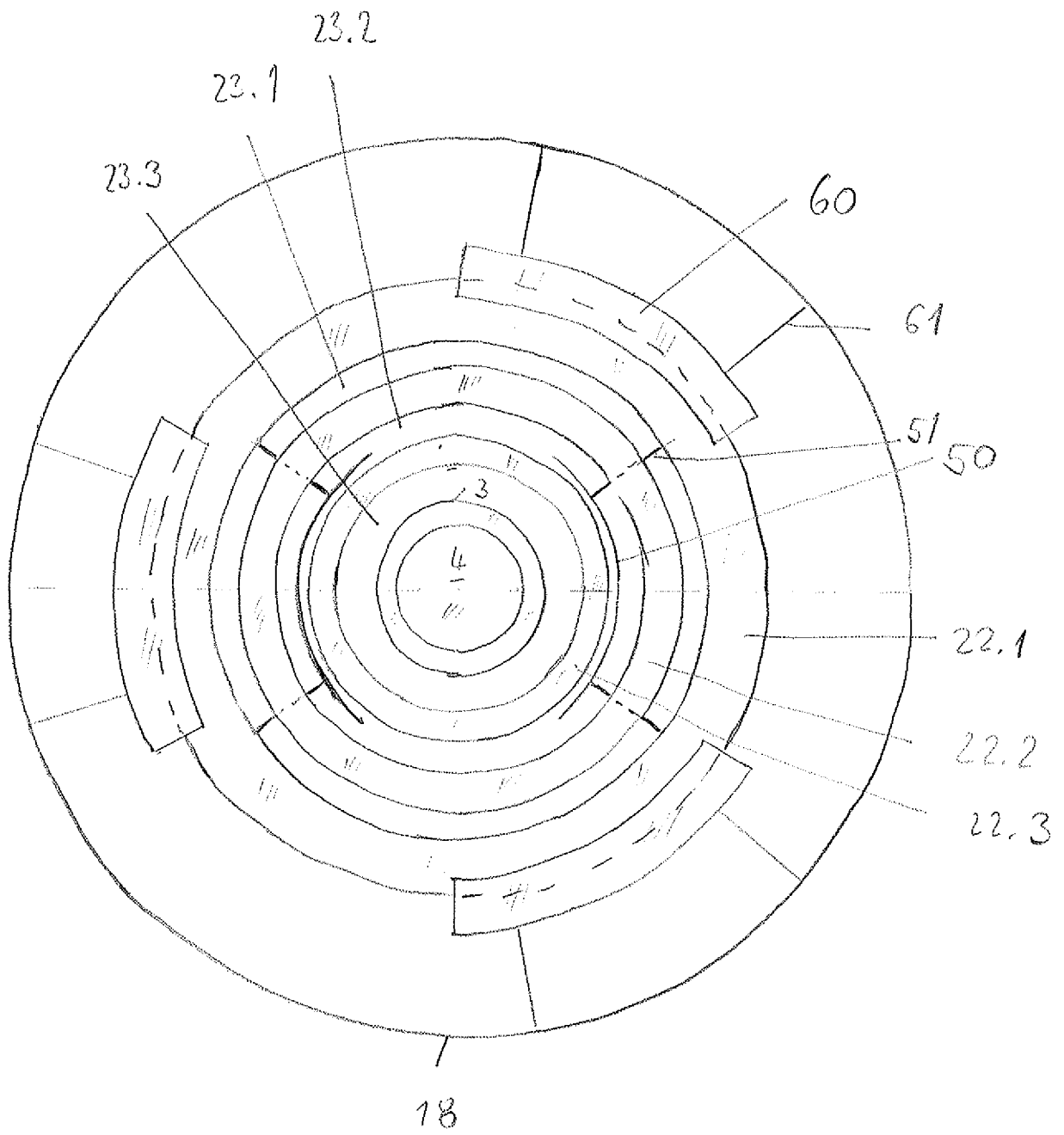


Fig. 19

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5335501 A [0004]
- EP 0414021 A2 [0005]
- FR 2165330 A5 [0006]
- DE 102010024091 [0014] [0030] [0048] [0049] [0055]
- EP 0789195 A1 [0015]
- DE 102010022418 [0030] [0032] [0034] [0048] [0049] [0080] [0087] [0091]
- US 2650752 A [0031] [0033]
- DE 19757187 A1 [0031]
- JP 63105300 A [0031]
- DE 4325977 A1 [0031] [0033]
- DE 3534268 A [0031]
- DE 102006048933 A1 [0031]