

(19)



(11)

EP 2 143 958 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.01.2010 Patentblatt 2010/02

(51) Int Cl.:
F04D 29/28 (2006.01) **F04D 29/52** (2006.01)
F04D 29/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08012256.7**

(22) Anmeldetag: **07.07.2008**

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

(71) Anmelder: **Pavetic, Josip**
10415 Novo Cice (HR)

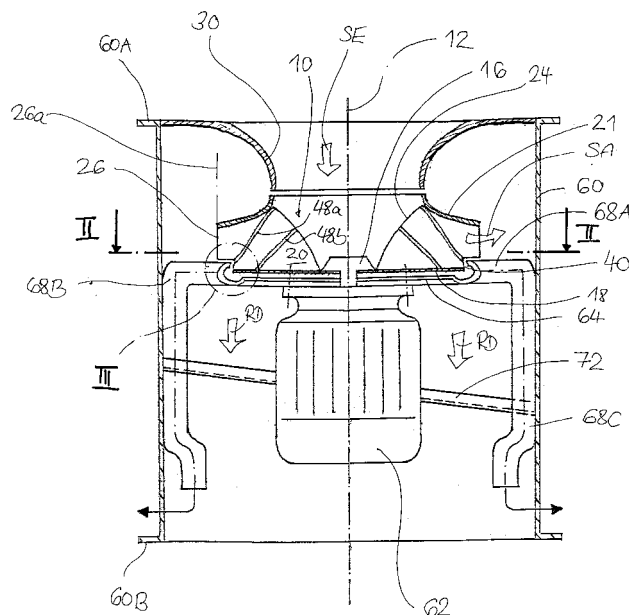
(72) Erfinder: **Pavetic, Josip**
10415 Novo Cice (HR)

(74) Vertreter: **Winter, Brandl, Fűrnis, Hübner Röss,**
Kaiser,
Polte Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei
Bavariaring 10
80336 München (DE)

(54) In einem Rohr eingebundener Lüfter

(57) Beschrieben wird eine Anordnung mit einem in ein Rohr eingebauten und in axialer Richtung fördernden Lüfter, der von einem Motor angetrieben ist. Der Lüfter wird von einem axial angeströmten Radial-Lüfterrad mit einem angetriebenen Trägerteil gebildet, das sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Drehachse erstreckt und eine Schaufelanordnung trägt, mit der eine im Wesentlichen axial gerichtete Eintrittsströmung radial nach außen umlenkbar ist. Die Austrittskanten der Schaufeln des Lüfterrads liegen auf einem Teilkreis, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohres. Die Schaufeln der

Schaufelanordnung sind so gestaltet und/oder ausgerichtet, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel in Richtung auf einen umlaufenden Spalt vorbeistimmter axialer Erstreckung zwischen dem Trägerteil und einer das Trägerteil umgebenden Sammelrinne zu ablenkbar sind. Von der Sammelrinne, die fest mit einer Montageplatte für den Motor verbunden ist, gehen tangential mehrere im Umfangsabstand zueinander stehende Partikel-Abfuhrrohre aus, die vorzugsweise an der Innenwandung des Rohres befestigt bzw. angeschweißt sind.

**FIG. 1****EP 2 143 958 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen in einem Rohr eingebauten und in axialer Richtung fördernden, von einem Motor angetriebenen Lüfter.

[0002] Derartige Lüfter sind in vielfältiger Bauart bekannt. In der Regel sind derartige Lüfter jedoch von Axial-Lüftern bzw. Axialgebläsen gebildet, die eine Strömung axial ansaugen und in axialer Richtung weiter fördern.

[0003] Häufig sind jedoch Medien, die in dem Rohr gefördert werden müssen, mit Partikeln in fester und/oder flüssiger Form beladen. Dabei kann es sich um Fettpartikel, Staubpartikel oder auch Schnee oder ähnliches handeln. Wenn herkömmliche Lüfter in ein derartiges Rohrstück eingebaut werden, müssen dem Lüfterrad entsprechende Filter vor- bzw. nachgeschaltet werden, um derartige Partikel wirksam aus der Strömung abzuscheiden. Solche Filter vermindern jedoch den Wirkungsgrad der Fluid-Förderung, der ohnehin nur dann auf einem ertragbaren Niveau gehalten werden kann, wenn derartige Filter häufig gewechselt bzw. gereinigt werden.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zu schaffen, mit der es gelingt, eine mit Partikeln beladene Strömung in einem Rohr in der Weise zu fördern, dass bei geringem Raumbedarf die in der Strömung enthaltenen Partikel wirkungsvoll abgeschieden werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Lüfter mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird in das Rohr ein axial ansaugendes und radial förderndes Lüfterrad eingebaut, das in besonderer Weise gestaltet und an eine das Lüfterrad umgebende Sammelrinne angepasst ist, so dass es gelingt, allein durch die Drehbewegung des Lüfterrads einen Großteil der im zu fördernden Fluid enthaltenen Partikel über den umlaufenden Spalt der Sammelrinne zuzuführen und von dort mit entsprechend hoher Geschwindigkeit abzuleiten. Es hat sich herausgestellt, dass ein derartiges Lüfterrad schon dann, wenn die Austrittskanten der Schaufeln auf einem Teilkreis liegen, der etwas kleiner ist als der in dem Durchmesser des Rohres, eine ausreichend stabile und noch verhältnismäßig verlustfreie Strömung im Rohr stabilisierbar ist, wobei gleichzeitig jedoch das Lüfterrad zuverlässig in der Lage ist, die im Fluid enthaltenen Partikel, wie z. B. Staub-, Flüssigkeits-, Fettpartikel oder dergleichen einschließlich Schneekristalle, unter Einwirkung ihrer Massenkraft und dynamischer Kräfte, wie z. B. der Corioliskraft, beim Durchströmen des Lüfterrads so abzulenken, dass sie in den Ringspalt und von dort in die Sammelrinne geleitet werden. Aufgrund der tangential an die Sammelrinne angeschlossenen Partikel-Abfuhrrohre kann die Umfangsgeschwindigkeit der Partikel positiv für den Abtransport genutzt werden. Dabei hat sich gezeigt, dass es auf diese Weise ohne weiteres gelingt, die Strömungsgeschwindigkeit der Partikelströmung in den Partikel-Abfuhrrohren in einem Bereich zwischen 20

und 50 m/s zu halten. Solche Geschwindigkeiten werden beispielsweise mit Lüfterrädern erreicht, die einen Durchmesser zwischen 300 und 400 mm haben und eine Rohrströmung in der Größenordnung von 50 m/s stabilisieren. Gegebenfalls kann die Strömung, mit der die Partikel abgeführt werden, mittels einer zusätzlichen Pumpe beschleunigt werden. Ein zusätzlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der in das Rohr eingebaute Lüfter als Modul ausgebildet werden kann, der platzsparend in ein vorhandenes Rohrsystem eingebaut werden kann, so dass aufwändige Neukonstruktionen vermieden werden.

[0007] Für die Gestaltung des Lüfterrads selbst ist ein großer Spielraum gegeben. Es können bekannte Bauarten verwendet werden, die beispielsweise im Dokument EP 1 530 682 B1 oder aber in den eigenen älteren Patentanmeldungen des Erfinders gemäß EP 07 003 876, EP 08 151 624 bzw. EP 07 003 877 beschrieben sind, wobei der Offenbarungsgehalt dieser älteren Anmeldungen ausdrücklich in die vorliegende Anmeldung einbezogen werden soll.

[0008] Mit der Weiterbildung des Anspruchs 2 lässt sich der Wirkungsgrad der Partikelabscheidung weiter spürbar verbessern, ohne den Druckverlust beim Durchströmen des Rohrs übermäßig anheben zu müssen. Es hat sich herausgestellt, dass die aus dem Lüfterrad austretende Strömung unabhängig von der Ausrichtung der Rohrachse noch eine ausreichend große Umfangsgeschwindigkeit hat, um aufgrund der Zentrifugalkraft im Zusammenwirken mit der zumindest einen abschnittsweise wendelförmigen Rinne an der Rohr-Innenwandung dafür zu sorgen, dass die Partikel in der Rinne gefangen und über den Partikel-Abfuhrkanalabschnitt aus dem Strömungssystem genommen werden können.

[0009] Zu einer besonders einfachen Konstruktion des Reinigungssystems gelangt man dann, wenn die Partikel-Abfuhrrohre gleichzeitig die Partikel-Abfuhrkanalabschnitte für die Rinne ausbilden. In diesem Fall ist es lediglich erforderlich, die Partikel-Abfuhrrohre dort, wo die Rinne endet, mit einer seitlichen Öffnung auszustatten, so dass die von der Rinne ankommenden Partikel durch diese Öffnung abgesaugt werden können. Dieses Absaugen gelingt deshalb besonders zuverlässig, weil die Strömungsgeschwindigkeit in den Partikel-Abfuhrrohren ohne weiteres im Bereich von 50 m/s liegen kann. Stromab des Lüfterrads mit dem Partikel-Abscheidesystem strömt dementsprechend gereinigte Luft bzw. gereinigtes Gas, wobei der besondere Vorteil gegeben ist, dass die Reinigungsvorrichtung ohne Filter auskommt und das Lüfterrad samt Partikel-Abscheider und Motor verhältnismäßig wenig Bauraum beansprucht.

[0010] Es hat sich herausgestellt, dass die Abscheidung von Partikeln, wie z. B. von festen Partikel wie Staubpartikeln, Schneeflocken oder aber auch anderen flüssigen Partikeln aus der Luft dann besonders effektiv arbeitet, wenn der Teilkreisdurchmesser der Austrittskanten der Lüfterradschaufeln im Bereich zwischen 0,4 bis 0,6 x D liegt, wobei D dem Innendurchmesser des

Rohrabschnitts entspricht, in den der Lüfter eingebaut wird.

[0011] Wenn sich die Sammelrinne eng an die radial außen liegenden Schaufelkanten anschmiegt, vorzugsweise derart, dass zwischen der Sammelrinne und einem Kantenabschnitt nur ein Spalt von einer Größe im mm-Bereich ergibt, ist die Ausbeute bei der Partikelabscheidung weiter steigerbar. Es gelingt mit verhältnismäßig kleinem herstellungstechnischen Aufwand, diesen kleinen Spalt im mm-Bereich selbst dann einzuhalten, wenn Lüfterräder mit einem Durchmesser von 300 bis 500 mm zur Anwendung gelangen.

[0012] Die Weiterbildung des Anspruchs 6 hat den besonderen Vorteil, dass die Partikel-Abfuhrrohre, über die der Lüfter samt Motor am Rohr gehalten ist, verhältnismäßig kurz gehalten werden können. Dies trägt zur Stabilität der Lüfteranordnung bei. Über den Radius, d.h. den Biegeabschnitt der Partikel-Abfuhrrohre kann ein sanfter Übergang der Partikelströmung von einer radial gerichteten Strömung in eine axial gerichtete Strömung im zweiten Abschnitt der Partikel-Abfuhrrohre bereitgestellt werden, wodurch die Gefahr von Ablagerungen und damit einhergehenden Druckverlusten in der Partikel-Abfuhrströmung minimiert wird. Versuche haben gezeigt, dass es mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen gelingt, die Strömung der Partikel so zu stabilisieren bzw. auf einem so hohen Geschwindigkeitsniveau zu halten, dass die Orientierung der Achse des Rohres mehr oder weniger keinen Einfluss auf die Abscheidung der Partikel hat. Das Rohr kann dementsprechend horizontal oder vertikal verlaufen, ohne den Wirkungsgrad spürbar zu verändern.

[0013] Ein besonders stabiler und gleichzeitig die Strömung im Rohr möglichst wenig behindernder Aufbau der Anordnung ist Gegenstand des Anspruchs 7. Aufgrund des tangentialen Anschlusses der Partikel-Abfuhrrohre an die Sammelrinne wird weiterhin die Umfangsgeschwindigkeit der Partikel zu 100 % in die Abströmgeschwindigkeit der Partikel in den Partikel-Abfuhrrohren umgesetzt. Weil mehrere wendelförmige Rinnen an der Innenwandung des Rohrabschnitts vorgesehen sind, können Partikel über den gesamten Umfang auf einer verkürzten axialen Strecke abgefangen werden, so dass der axiale Bauraum der Anordnung weiter verringerbar ist. Der Steigungswinkel der wendelförmigen Rinnen wird in der Regel in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen im Rohr gewählt, und zwar unter Berücksichtigung der Umfangsgeschwindigkeit des Lüfterrads. Erste Ergebnisse zeigen, dass Steigungswinkel im Bereich zwischen 5° und 30° erzielt werden.

[0014] Wie vorstehend bereits ausgeführt, können die Partikel-Abfuhrrohre allein die Aufgabe der Halterung für den Motor samt Lüfter übernehmen. Die Weiterbildung des Anspruchs 8 hat den Vorteil, dass die Partikel-Abfuhrrohre hinsichtlich ihrer Gestaltung und Orientierung im Raum im Hinblick auf eine optimale Strömung der Partikel optimiert werden können, ohne Rücksicht auf die stabilisierende Funktion des Lüfters im Rohr Rücksicht

nehmen zu müssen.

[0015] Der Einlauftrichter gemäß Anspruch 9 kann in vorteilhafter Weise dazu genutzt werden, die Fluidströmung im Rohr noch verlustfreier zu halten. Dies betrifft nicht nur die Einlaufströmung des Lüfters, sondern auch die Gestaltung des Totraums zwischen der Eintrittsöffnung des Rohres und der Austrittskante des Lüfterrads.

[0016] Mit der Gestaltung des Anspruchs 10 lässt sich die Anordnung problemlos in alle bestehende Rohrsysteme eingliedern, indem beispielsweise ein Ausschnitt des bereits vorhandenen Kanalsystems verwendet und durch die Anbringung von Ringflanschen erweitert wird.

[0017] In den Ansprüchen 11 bis 17 sind besondere Ausgestaltungen der erfindungsgemäß verwendbaren Lüfterräder unter Schutz gestellt.

[0018] Eine besonders einfache Gestaltung des Lüfterrads ergibt sich mit der Weiterbildung des Anspruchs 11. Hier sind lediglich die Schaufeln der Schaufelanordnung zur Normalebene der Drehachse derart angestellt, dass sich die in der Strömung des Fluids enthaltenen Partikel in Richtung Ringspalt und damit in die Sammelrinne hinein abgelenkt werden.

[0019] Mit anderen Worten, die Lüfterrad-Schaufelanordnung hat Schaufeln, die unter einem solchen Anstellwinkel angestellt bzw. schräg gestellt sind, dass die in dem zu fördernden Fluid enthaltenen Partikel unter dem Einfluss der Zentrifugal- und der Corioliskraft mit einer zum Trägereil hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagt werden. Dieses Lüfterrad ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es sich um Strömungsmittel handelt, die extrem hoch mit Partikeln belastet sind. Dieses Lüfterrad hat den weiteren Vorteil, dass es mit einem relativ hohen strömungsmechanischen Wirkungsgrad arbeitet. Das Lüfterrad eignet sich deshalb insbesondere für das Reinigen von Strömungsmitteln, die mit einem Mix aus flüssigen und festen Partikeln beladen sind.

[0020] Eine weitere Ausgestaltung des Lüfterrads sieht gemäß Anspruch 12 vor, dass das Trägereil radial innerhalb der Lüfterradschaufeln zusätzliche, vom Trägereil axial vorstehende Zusatzschaufeln trägt. Diese können beispielsweise zur Normalebene der Drehachse derart angestellt sein, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel mit einer vom Trägereil weg gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind. Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass ein gewisser Verschleißschutz bei extrem stark mit Partikeln belasteten Strömungen bereitgestellt wird.

[0021] Um allerdings den Abscheidungs-Wirkungsgrad bei Fluidströmungen noch weiter zu steigern, ist es von Vorteil, die Zusatzschaufeln gemäß Anspruch 13 anzustellen. Das Lüfterrad wird also gemäß dieser Weiterbildung gerade an derjenigen Stelle, an der die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids verhältnismäßig klein ist, mit Zusatzschaufeln ausgestattet, die dazu herangezogen werden, vorrangig schwere Partikel im Fluid, die aufgrund ihrer Massenträgheit die Umlenkung der Strömung nicht mitmachen können, radial nach außen zu fördern, und zwar diejenige Stelle des Lüfterrads, an der

sich der Abscheide-Ringspalt befindet. Mit Grobpartikeln belastetes Fluid kann auf diese Weise mit einem verbesserten Wirkungsgrad gereinigt werden, und zwar selbst dann, wenn auf zusätzliche Maßnahmen zur Partikelabscheidung an den Lüfterradschaufeln verzichtet wird.

[0022] Die auf die abzuscheidenden Partikel einwirkende, auf das Trägerteil hin gerichtete Kraftkomponente kann grundsätzlich auf verschiedene Art und Weise erzeugt werden, beispielsweise durch von den Zusatzschaufeln induzierte Strömungskräfte. Eine besonders wirksame Partikelabscheidung für schwere Partikel ergibt sich jedoch durch den von den Zusatzschaufeln auf die Partikel eingebrachten Impuls, der eine Komponente hat, die auf das Trägerteil zu gerichtet ist.

[0023] Mit der Weiterbildung des Anspruchs 13 ist der weitere Vorteil erzielbar, dass dann, wenn die Merkmale des Anspruch 13 gleichzeitig mit den Merkmalen des Anspruchs 11 kombiniert werden, der Wirkungsgrad des Radial-Lüfterrads nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

[0024] Je nach Zusammensetzung der in der Fluidströmung enthaltenen und abzuscheidenden Partikel ist auch eine Kombination verschiedener Maßnahmen am Lüfterrad zur Bewirkung einer Ablenkung der Partikel auf den Ringspalt hin sinnvoll. Eine solche Kombination ist insbesondere dann von Vorteil, wenn ein Lüfter gemäß Anspruch 16 mit einem Lüfter mit den Merkmalen nach Anspruch 12 kombiniert wird. Ein solches Lüfterrad eignet sich in besonderer Weise zur Reinigung von Fluid, das mit einem Mix aus Partikeln verschiedener Größe beladen ist. Schwere Partikel werden nach wie vor im Zentrum des Radial-Lüfterrads von den Zusatzschaufeln zum Abscheidespalt gefördert, während die gewichtsmäßig kleineren Partikel über die leistenartigen Vorsprünge an den Arbeits- bzw. Druckseiten der Lüfterradschaufeln bei der radialen Durchströmung allmählich in Richtung Trägerteil und damit zum Abscheide-Ringspalt hin gedrängt werden. Es hat herausgestellt, dass diese Weiterbildung besonders wirksam zur Reinigung von Fluid geeignet ist, das mit flüssigen und festen Partikeln gleichzeitig belastet ist. Dabei ergibt sich der weitere zusätzliche Vorteil, dass nicht nur die Lüfterradschaufeln insgesamt, sondern auch die leistenartigen Vorsprünge eine höhere Standzeit bekommen, weil die für den Verschleiß vorrangig verantwortlichen Partikel von den Zusatzschaufeln abgeschieden werden.

[0025] Wenn die Lüfterradschaufeln auf der dem Trägerteil abgewandten Seite einen Ring tragen, lässt sich die Radialströmung noch verlustfreier gestalten, so dass sich eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrads erzielen lässt.

[0026] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

[0027] Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt einer Anordnung mit einem in ein Rohrstück eingebauten und von einem Motor

angetriebenen Lüfter;

Fig. 2 die Ansicht des Schnitts II-II in Fig. 1 bei herausgenommenen Lüfterrad;

Fig. 3 die Einzelheit "III" in Fig. 1;

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Zylinderwandung zur Veranschaulichung der räumlichen Anordnung der wendelförmigen Rinnen im Rohrabchnitt;

Fig. 5 in schematischer Darstellung die Einzelheit "V" in Fig. 4;

Fig. 6 in vergrößerter perspektivischer Darstellung die Einzelheit im Bereich des Übergangs zwischen dem axial stromab gelegenen Ende einer wendelförmigen Rinne und einem Partikel-Abfuhrkanalabschnitt;

Fig. 7 eine schematische und teilweise aufgeschnittene Perspektiv-Ansicht eines Radial-Lüfterrads;

Fig. 8 eine schematische Seitenansicht des Lüfterrads gemäß Fig. 7;

Fig. 8A in etwas vergrößertem Maßstab eine Ansicht des Schnitts entlang VIIIA-VIIIA in Fig. 7;

Fig. 9 eine Draufsicht auf ein modifiziertes Lüfterrad;

Fig. 10 eine der Fig. 9 entsprechende Ansicht einer weiteren Variante des Lüfterrads;

Fig. 11 eine schematische Draufsicht einer weiteren Variante eines Radial-Lüfterrads;

Fig. 12 eine schematische Ansicht des Teilschnitts gemäß XII-XII in Fig. 11;

Fig. 13 eine schematische Schnittansicht des Lauf- rads gemäß Fig. 11 bei einer Schnittführung entlang der Linie XIII-XIII in Fig. 11;

Fig. 14 eine schematische Schnittansicht gemäß XIV-XIV in Fig. 11;

Fig. 15 eine Abwandlung eines Radial-Lüfterrads;

Fig. 16 eine schematische Schnittansicht des Lüfterrads gemäß Fig. 15;

Fig. 17 eine schematische Schnittansicht eines Radialgebläses mit eingebautem Lüfterrad nach den Fig. 11 bis 16;

Fig. 18 eine schematische Draufsicht auf eine weitere Abwandlung des Lüfterrads;

Fig. 19 den schematischen Schnitt gemäß XIX-XIX in Fig. 18;

Fig. 20 die schematische Schnittansicht gemäß XX-XX in Fig. 18; und

Fig. 21 die Draufsicht auf ein modifiziertes Lüfterrad.

[0028] In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 12 die Achse einer Lüfterradanordnung bezeichnet, die in einem Rohrabschnitt 60 eingegliedert ist. Der Rohrabschnitt 60 ist Bestandteil eines Rohrleitungssystems zum Fördern von Fluid bzw. Strömungsmittel, das mit abzuscheidenden Partikeln in fester oder flüssiger Form beladen ist.

[0029] Im Einzelnen ist in dem Rohrabschnitt 60 ein axial angeströmtes Radial-Lüfterrad eingebaut, das mit dem Bezugszeichen 10 versehen ist. Dieses Lüfterrad soll in der Lage sein, gasförmige Strömungsmittel, die mit abrasiv wirkenden Partikeln, wie z. B. Staubpartikeln, Wasserpartikeln, Schneeflocken, Fettpartikeln und dergleichen beladen sind, effektiv zu fördern bzw. aus einer Umgebung abzupumpen. Das Lüfterrad gemäß Fig. 1 erfüllt darüber hinaus die Aufgabe, diese Partikel beim Durchströmen des Lüfterrads weitgehend abzuscheiden. Zu diesem Zweck ist folgender Aufbau vorgesehen:

[0030] Eine mit 16 bezeichnete Nabe sitzt drehfest auf einer Antriebswelle eines Motors 62, der von einer Montageplatte 64 getragen ist. Die Achse des Motors fällt mit der Achse 12 zusammen. Die Orientierung der Achse ist gemäß Fig. 1 vertikal. Es soll jedoch bereits an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass die Achse gleichermaßen horizontal angeordnet sein kann, ohne die Funktion des Lüfters mit Abscheidung zu beeinträchtigen.

[0031] Die Nabe 16 trägt ferner ein Schaufel-Trägerteil 18, das sich im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse 12 erstreckt. Das Trägerteil 18 trägt eine Schaufelanordnung mit einer Vielzahl von kranzartig im Umfangsabstand zueinander angeordneten und in der Regel identisch ausgebildeten Lüfterradschaufeln 20. Das Lüfterrad 10 ist somit axial angeströmt und hat eine Schaufelanordnung, mit der die im Wesentlichen axial gerichtete Eintrittsströmung SE radial nach außen umlenkbar ist. Die Schaufeln haben Eintrittskanten bzw. Anströmkanten 24, sowie radial außenliegende Austrittskanten 26. Zwischen den Lüfterradschaufeln 20 werden im Wesentlichen radial nach außen gerichtete Strömungskanäle 28 definiert, so dass also eine axiale Eintrittsströmung bei sich drehendem Laufrad 10 radial nach außen in eine Austrittsströmung SA mit radialer und in Umfangsrichtung gerichteter Geschwindigkeitskomponente umlenkbar ist. Den Anströmkanten 24 und den Strömungs-Austrittskanten 26 sind Teilkreise zugeordnet, wobei der Teilkreis der Strömungs-Austrittskanten mit 26a bezeichnet ist. Ersichtlich ist der Durchmesser des Teilkreises 26a für die Austrittskanten 26 kleiner, vorzugsweise beträchtlich kleiner, als der Innendurchmesser des Rohrabschnitts 60.

[0032] Damit das Lüfterrad 10 eine die mitgeführten

Partikel abscheidende Funktion erfüllen kann, sind die Schaufeln 20 der Schaufelanordnung so gestaltet und/oder so ausgerichtet, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel in Richtung auf einen umlaufenden Spalt 40 vorbestimmter axialer Erstreckung zwischen dem Trägerteil 18 und einer das Trägerteil und das Laufrad umgebenden Sammelrinne 66 zu ablenkbar sind. Die Sammelrinne ist Bestandteil der Montageplatte 64 bzw. fest mit dieser verbunden und von ihr gehen - wie am besten aus der Fig. 2 ersichtlich - tangential mehrere im Umfangsabstand zueinander stehende Partikel-Abfuhrrohre 68 aus, über die abgeschiedene Partikel abgeführt werden.

[0033] Wie am besten aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Partikel-Abfuhrrohre 68 also derart an die Sammelrinne 66 angeschlossen, dass die Umfangsgeschwindigkeit des sich in Laufrichtung RL drehenden Lüfterrads 10 zur Erhöhung der Geschwindigkeit der Partikelströmung in den Partikel-Abfuhrrohren 68 genutzt werden kann. Dabei können die Partikel-Abfuhrrohre 68 gleichzeitig zur Befestigung der Montageplatte 64 im Rohrabschnitt 60 herangezogen werden. Zur weiteren Stabilisierung können Speichen 70 vorgesehen sein, die ebenfalls wie die Partikel-Abfuhrrohre 68 in gleichmäßigem Umfangsabstand zueinander stehen und mit dem Rohrabschnitt 60 fest verbunden sind. Die Speichen 70 tragen somit gegebenenfalls im Zusammenwirken mit den Partikel-Abfuhrrohren 68 die Einheit aus Motor 62, Montageplatte 64 und Laufrad 10.

[0034] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Teilkreisdurchmesser 26a der Austrittskanten 26 etwa 50 bis 60% des Innendurchmessers des Rohrabschnitts 60, so dass ein ausreichender radialer Freiraum für die aus dem Lüfterrad 10 austretende Strömung verbleibt, die in axialer Richtung weiter strömt. Mit dem Bezugszeichen 30 ist ein Einlaufrichter bezeichnet, mit dem die axial ankommende Strömung verlustarm in das Laufrad bzw. Lüfterrad 10 eingeführt wird. Gleichmaßen kann die Rückseite des Einlaufrichters dazu genutzt werden, Totraum hinter dem Einlaufrichter zu beseitigen, um damit die Fluidströmung durch den Rohrabschnitt 60 möglichst verlustfrei zu halten.

[0035] Wie sich im Einzelnen aus der Darstellung gemäß Fig. 1 ergibt, sind die Partikel-Abfuhrrohre 68 mit einem ersten Abschnitt 68A radial nach außen in Richtung Rohrwandung des Rohrabschnitts 60 geführt. Dort gehen sie über einen Krümmungsabschnitt 68B in einen im Wesentlichen axial verlaufenden und an der Innenwandung des Rohrabschnitts 60 befestigten Axialabschnitt 68C über.

[0036] Der Innendurchmesser der Partikel-Abfuhrrohre ist im Wesentlichen ebenso groß wie der Querschnitt der Sammelrinne 66, so dass sich eine verlustfreie Ablaufströmung für das Partikel-Strömungsmittel ergibt. Es hat sich gezeigt, dass es beispielsweise bei Verwendung eines Lüfterrads mit einem Außendurchmesser von beispielsweise 400 mm und einem Innendurchmesser des Rohrabschnitts 60 von beispielsweise 630 mm ohne wei-

teres gelingt, die Partikel aus der Sammelrinne in den Partikel-Abfuhrrohren 68 mit Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 50 m/s abzuführen.

[0037] Am stromab gelegenen Ende der Axialabschnitte 68C der Partikel-Abfuhrrohre sind diese leicht radial nach innen gekröpft und haben einen - nicht näher gezeigten - Anschluss zu einem aus dem Inneren des Rohrabchnitts 60 herausgeführten flexiblen Rohr.

[0038] Die axiale Strecke des Axialabschnitts 68C ist bewusst vorgesehen, um den Partikel-Abfuhrrohren 68 die weitere, im Folgenden näher zu beschreibende, Zusatzfunktion zu übertragen:

Diese besteht darin, Restpartikel, die zusammen mit der Fluidströmung oberhalb einer Oberkante 36 der Sammelrinne 66 das Lüfterrad 10 radial verlassen, aus der um die Achse 12 herum wirbelnden Strömung abzuscheiden.

Zu diesem Zweck trägt die Innenwand des Rohrabchnitts 60 zumindest eine wendelförmige Rinne 72, die entgegen der Durchströmungsrichtung RD offen ist und eine Verbindung zu zumindest einem Partikel-Abfuhrkanal 68 hat. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei Rinnen 72 vorgesehen, die um 180° zueinander versetzt sind, wie dies anhand der schematischen Skizzen gemäß Fign. 4 und 5 veranschaulicht ist. Die eine Rinne 72A, die in Fig. 4 lediglich schematisiert durch gestrichelte Linien angedeutet ist, beginnt an einem Punkt B und endet nach einer wendelförmigen Strecke um einen Zentriwinkel von im Wesentlichen 180° an einem Punkt C, der um das Maß VA axial zum Anfangspunkt der zweiten Rinne 72B versetzt ist. Umgekehrt endet der Endpunkt der zweiten Rinne 72B am Punkt C, der um das gleiche axiale Versatzmaß VA zum Startpunkt B der ersten Rinne 72A versetzt ist.

Gemäß einem sehr einfachen Ausführungsbeispiel für die Gestaltung der Rinne 72 wird beispielsweise an der Innenwandung des Rohrabchnitts 60 ein Winkelprofil - wie in Fig. 5 gezeigt - mit einem Schenkel 74 an die Innenwand des Rohrabchnitts 60 geschweißt. Auf diese Weise ergibt sich ein entgegen der Durchströmungsrichtung offenes Rinnenprofil, in dem die radial nach außen gedrängten Partikel aus der Strömung abgeschieden und allmählich Richtung Endpunkt C der Rinnen 72A, 72B transportiert werden. Mit anderen Worten, die Rinnen 72 sind in das Rohr 60 eingebaut, dass sie ein leichtes Gefälle in Strömungsrichtung RD haben. Am jeweiligen Ende C der Rinnen 72A, 72B schließen die Rinnen an die Axialabschnitte 68C der Partikel-Abfuhrrohre 68 an, wie dies schematisch anhand der Fig. 6 gezeigt ist. Mit anderen Worten, der Axialabschnitt 68C bildet einen endseitigen Verschluss des Winkelprofils. Um die in der Rinne 72 fließenden Partikel zuverlässig abzuscheiden, ist der Axialabschnitt

68C in diesem Bereich mit einem Durchbruch 76 ausgestattet, so dass eine Öffnung zur Rinne 72 entsteht.

[0039] Die verhältnismäßig hohe Strömungsgeschwindigkeit im Partikel-Abfuhrrohr 68 reißt gewissermaßen die Partikel aus der Rinne 72 mit, so dass letztere zusammen mit der Partikel-Hauptströmung über das nicht näher gezeigte flexible Rohr am stromab gelegenen Ende der Axialabschnitte 68C abgeführt werden können.

[0040] Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind lediglich zwei um 180° zueinander versetzte Rinnen 72A, 72B verwendet. Es können jedoch auch mehrere derartige Anordnungen gestaffelt zur Anwendung kommen. Entscheidend ist lediglich, dass die Rinnen 72 eine genügend große Grenzströmung im Bereich der Innenwandung des Rohrabchnitts 60 erfassen, so dass die durch die Zentrifugalwirkung nach außen transportierten Partikel, die den Spalt 40 zwischen Laufrad bzw. Lüfterrad und Sammelrinne 66 verfehlt haben, wirksam aufgefangen und abgeschieden werden können.

[0041] Der Steigungswinkel der Rinnen 72A, 72B kann innerhalb weiter Grenzen variiert werden, er liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 5° und 35°. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Schaufeln 20 des Lüfterrads 10 mit zusätzlichen Leisten 48a, 48b ausgestattet, die bei Drehung des Lüfterrads dafür sorgen, dass die Partikel in Richtung Ringspalt 40 gedrängt werden. Es sind jedoch andere Laufräder einsetzbar, die nachfolgend anhand der Fign. 7 bis 21 näher beschrieben werden sollen.

[0042] In den Fign. 7 und 8 ist eine Variante eines Lüfterrades gezeigt, das bei der erfindungsgemäßen Anordnung verwendet werden kann. Für gleiche Komponenten, die den Bauteilen der Ausführungsform nach den Fign. 1 bis 6 entsprechen, sind ähnliche Bezugszeichen gewählt, denen jedoch eine "1" vorangestellt ist.

[0043] Das Lüfterrad, das zum Fördern eines Strömungsmittels bzw. Fluids, insbesondere eines mit festen oder flüssigen Partikeln beladenen Strömungsmittels, dient, ist mit dem Bezugszeichen 110 bezeichnet. Das Lüfterrad 110 soll dabei in der Lage sein, die Partikel, wie z.B. Staubpartikel, Wasserpartikel, Schneeflocken, Fettpartikel und dgl., beim Durchströmen des Lüfterrads weitgehend abzuscheiden. Das spezifische Anwendungsgebiet des Lüfterrads liegt in der Filterfunktion von Strömungsmitteln, die einen extrem hohen Anteil an mitgeführten Partikeln haben.

[0044] Das Lüfterrad 110 hat eine Drehachse 112, die - wie man anhand der Fign. 7 und 8 erkennt - vertikal ausgerichtet ist. Die Orientierung der Achse 112 ist allerdings beliebig. Ein mit 114 bezeichnetes Gehäuse ist nicht erforderlich.

[0045] Eine mit 116 bezeichnete Nabe sitzt drehfest auf einer Antriebswelle 113 des nicht gezeigten Motors und sie trägt ein Schaufel-Trägereil 118, das sich im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse 112 erstreckt. Das Trägereil 118 trägt seinerseits eine Schaufelanord-

nung mit einer Vielzahl von kranzartig im Umfangsabstand zueinander angeordneten und in der Regel identisch ausgebildeten Lüfterradschaufeln 120.

[0046] Die Lüfterradschaufeln 120 sind - wie sich aus den Darstellungen der Fig. 9 und 10 ergibt, auf die insoweit schon jetzt Bezug genommen wird - zu einer die Drehachse 112 enthaltenden Axialebene 122, wie z.B. die Zeichenebene der Fig. 8, unter einem bestimmten Winkel DELTA angestellt, damit sie beim Drehen des Lüfterrads 110 mit der Drehrichtung V eine radial nach außen gerichtete Förderströmung erzeugen. Der Winkel DELTA kann allerdings auch 0° sein.

[0047] Zusätzlich sind die Lüfterradschaufeln - wie sich aus der Fig. 8A ergibt - zur Drehachse 112 nicht parallel ausgerichtet, sondern sie sind zu einer Normalebene 115, die bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel mit der Ebene des Trägerteils 118 zusammenfällt, unter einem Winkel $WS < 90^\circ$, d.h. derart angestellt, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel unter dem Einfluss der dynamischen Kräfte, einschließlich der Zentrifugal- und der Corioliskräfte, mit einer zum Trägerteil hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind.

[0048] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 8A sind die Lüfterradschaufeln 120 gerade, was sich aus der Fig. 7 ergibt. Es soll jedoch an dieser Stelle bereits hervorgehoben werden, dass die Schaufelform beliebig modifiziert werden kann, um den strömungsmechanischen Wirkungsgrad des Lüfters und/oder der später noch zu beschreibenden Partikelabscheidung zu verbessern.

[0049] Die Lüfterradschaufeln 120 haben jeweils eine radial innenliegende Anströmkante 124 und eine radial außenliegende Austrittskante 126. Zwischen den Lüfterradschaufeln 120 werden im Wesentlichen radial nach außen gerichtete Strömungskanäle 128 definiert, so dass also eine axiale Eintrittsströmung - mit dem Pfeil SE bezeichnet - bei sich drehendem Lüfterrad 110 radial nach außen in eine Austrittsströmung SA mit radialer und in Umfangsrichtung gerichteter Geschwindigkeitskomponente umlenkbar ist.

[0050] Wie die Figuren zeigen, ist den Anströmkanten 124 und Strömungs-Austrittskanten 126 jeweils ein Teilkreis 124a bzw. 126a zugeordnet. Die Strömungs-Eintrittskanten 124 gehen von einem der Nabe 116 nahe liegenden Abschnitt des Trägerteils 118 aus und erstrecken sich von diesem axial weg bis zu einer zum Trägerteil 118 im Wesentlichen parallel verlaufenden Schaufelkante 129 (siehe Fig. 7).

[0051] Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 enden die Schaufeln 120 knapp unterhalb einer Deckwand 117 eines Gehäuses. Bei der geringfügig abgewandelten Variante nach Fig. 8 tragen die Schaufeln auf der dem Trägerteil 118 abgewandten Seite eine Ringscheibe 121 und sie sind mit dieser fest verbunden, beispielsweise verschweißt.

[0052] Die Formgebung der Lüfterradschaufeln 120 kann - je nach Lüfterkonstruktion - in weiten Grenzen variieren. Wenn die Lüfterradschaufeln 120 - wie in Fig.

8 gezeigt - eine formstabile Ringscheibe 121 tragen, wird die Konstruktion des Lüfterrads steifer, so dass es genügt, die Lüfterradschaufeln am Trägerteil 118 zu befestigen, wie z.B. anzuschweißen. Die Anströmkante 124 der Lüfterradschaufeln kann dann im Wesentlichen parallel zur Drehachse angeordnet werden. Andererseits hat die frei auskragende Form der Schaufeln nach Fig. 7 den Vorteil, dass das sich im Gebläse weniger Partikelansammlungen bilden.

[0053] Generell liegen also die Strömungs-Eintrittskanten 124 der Lüfterradschaufeln 120 in den verschiedenen Schnittansichten senkrecht zur Drehachse 112 auf Teilkreisen 124a, die Bestandteil einer Teilkreisschar sind, welche einen Zylinder- oder Kegelstumpfmantel mit einem kleinen Kegelwinkel WK (siehe Fig. 8) definiert.

[0054] Wie sich aus den Fig. 7 und 8 ergibt, ist das Lüfterrad 110 in ein Gehäuse 114 eingebaut, von dem bei der Anwendung für die vorliegende Erfindung nur die Sammelrinne 142 und der Einlassstrichters oder Einlass-Stutzen 130 benötigt wird.

[0055] Die Sammelrinne 142 schmiegt sich unter Einhaltung eines kleinen Spalts 137 - an die radial außenliegenden Schaufelkanten 126 an. Zu diesem Zweck kann das Lüfterrad 110 auch mit einer - nicht gezeigten - bodenseitigen Eindrehung versehen sein, in die mit Passung die Sammelrinne 142 eingreift. Wie sich weiter aus der Fig. 8 ergibt, ist die Oberkante 136 der Sammelrinne 142 zu einer dem Trägerteil 118 am nächsten liegenden Kante 138 der Lüfterradschaufeln 120 um ein vorbestimmtes Spaltmaß MS axial beabstandet. Auf diese Weise begrenzt die Oberkante 136 der Sammelrinne 142 einen Radial- oder Ringspalt 140 zum Abführen von aus dem Fluid abgeschiedenen Partikeln, wie Staub-, Wasser-, Öl- oder Fettpartikeln.

[0056] Der Ringspalt 140 ist von der Sammelrinne 142 umgeben.

[0057] Mit dieser Gestaltung des Lüfterrads ergibt sich die folgende Arbeitsweise des Radialgebläses:

Das zu einem hohen Prozentsatz mit Partikeln beladene Strömungsmittel, vorzugsweise gasförmige Strömungsmittel, wie etwa Luft, strömt bei 130 in das Radialgebläse ein. Durch die Wirkung der Lüfterradschaufeln 120 des mit vorgegebener Drehzahl rotierenden Lüfterrads 110 wird die Strömung in die Kanäle 128 umgelenkt und radial nach außen gefördert. Durch die Anstellung der Lüfterradschaufeln 120 unter einem Winkel WS, der kleiner als 90° ist, werden die im Strömungsmittel enthaltenen Partikel, die in fester oder flüssiger Form vorliegen können, unter Einwirkung der strömungsmechanischen Kräfte, der Massenkkräfte und der sonstigen dynamischen Kräfte, wie der Zentrifugal- und der Corioliskräfte, in Richtung auf das Trägerteil 118 zu gedrängt, so dass im Bereich radial innerhalb des Ringspalts 140 eine erhebliche größere Partikelkonzentration vorliegt als in der übrigen Strömung. Die in dieser Strömungsschicht enthaltenen Partikel gelangen über den

Ringspalt 140 in die Sammelrinne 142, die vorzugsweise so ausgebildet ist, dass darin kein übermäßiger Staudruck aufgebaut wird. Die Hauptströmung, die das Lüfterrad 110 oberhalb des Ringspalts 140 verlässt, ist zu einem entsprechend hohen Prozentsatz gereinigt. Über eine Einstellbarkeit des Maßes MS lässt sich der Abscheidewirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu reinigenden Strömungsmittels beeinflussen.

Dabei sind die Strömungsverluste im Lüfterrad 110 aufgrund der glatten Ausgestaltung der Strömungswege, sehr gering, was auch für die Geräuschentwicklung zutrifft. Ferner neigt das Lüfterrad 110 nicht zu Partikelablagerungen, so dass sich ein wartungsfreier Betrieb selbst dann ergibt, wenn die Partikel zum Zusammenkleben neigen.

Gemäß einer Variante, die in Fig. 8 mit gestrichelten Linien angedeutet ist, kann zur zusätzlichen Verbesserung des Abscheidegrads von spezifischen Partikeln, wie etwa von kleinen flüssigen Partikeln, jede Lüfterradschaufel 120 auf ihrer Arbeits- bzw. Druckseite 146 zumindest einen leistenartigen Vorsprung 148 tragen, der zur Strömungsrichtung im Strömungskanal 128 zwischen den Schaufeln 120 derart angestellt ist, dass die Strömung zumindest in Druckseitennähe axial auf das Trägerteil 118 zu ablenkbar ist und der in einem vorbestimmten axialen Abstand, der vorzugsweise nicht größer als das Maß MS ist, zum Trägerteil 118 endet.

Bei der in Fig. 8 angedeuteten Variante sind auf jeder Lüfterradschaufel 120 zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Vorsprünge 148a, 148b vorgesehen, die in einem im Wesentlichen gleichen axialen Abstand MS - siehe Fig. 8 - zum Trägerteil 118 enden.

Die leistenartigen Vorsprünge 148 haben vorzugsweise eine geringe Höhe H_{LV} - siehe Fig. 8A - , die im Millimeterbereich liegen kann, damit die Strömungsverluste nicht ansteigen. Sie kann aber auch bis zu 50% der axialen Erstreckung H der Lüfterradschaufeln 120 betragen.

Wie die Fig. 8A zeigt, ist der Neigungswinkel W_N, unter dem die Vorsprünge 148 zur Schaufelfläche 146 angestellt sind, auf einen Winkel eingestellt, der kleiner als 90° ist. Dieser Winkel W_N kann jedoch variabel gehalten, beispielsweise wesentlich kleiner als 90° sein, wobei der Anstellwinkel bzw. die Oberflächengestaltung (auch eine Bogenform ist möglich) der Vorsprünge 148 empirisch je nach Art und Konsistenz der aus dem Fluid heraus zu filternden Partikel festgelegt wird.

Die Vorsprünge 148 sind bei der gezeigten Ausfüh-

rungsform bis zur Strömungs-Eintrittskante 124 der Lüfterradschaufeln 120 geführt, sie können aber auch vor der Kante 124 enden.

Vorstehend wurde eine Ausführungsform mit geraden Lüfterradschaufeln 120 beschrieben. Unter Bezug auf die Fign. 9 und 10 werden Varianten mit anderen Gestaltungen der Schaufeln beschrieben. Dabei sind diejenigen Teile des Lüfterrads, die den Komponenten der zuvor beschriebenen Anordnung entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch eine "11" bzw. "12" vorangestellt ist.

Das Lüfterrad 1110 nach Fig. 9 hat in Drehrichtung V konvex gekrümmte Lüfterradschaufeln 1120, die in Drehrichtung V angestellt sind. Die Lüfterradschaufeln 1120 können mit - nicht gezeichneten - leistenartigen Vorsprüngen 1148 versehen sein.

Am Trägerteil 1118 bzw. an der Nabe 1116 radial innerhalb der Lüfterradschaufeln 1120 können zusätzliche, vom Trägerteil 1118 axial vorstehende Zusatzschaufeln 1144 angebracht sein, wobei die axiale Erstreckung der Zusatzschaufeln geringer ist als die der Lüfterradschaufeln 1120. Die Zusatzschaufeln 1144 sind bei der Ausführungsform nach Fig. 9 gegen die Drehrichtung V angestellt, wodurch es gelingt, den Verschleiß der Lüfterradschaufeln 1120 und der gegebenenfalls daran angebrachten Vorsprünge 1148 zu vergleichmäßigen.

Um die Wirkung der Zusatzschaufeln 1144 möglichst groß zu halten, sind sie zu den Lüfterradschaufeln 1120 in Umfangsrichtung versetzt, und zwar derart, dass die von den Zusatzschaufeln 1144 abgelenkten Partikel unter Einwirkung der strömungsmechanischen und sonstigen dynamischen Kräfte nicht auf die Anströmkanten 1124 der Lüfterradschaufeln 1120 treffen. Die Zusatzschaufeln 1144 können sich auch in radialer Richtung mit den Lüfterradschaufeln 1120 überlappen.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 10 sind die Zusatzschaufeln 1244 in Drehrichtung V des Lüfterrads 10 derart angestellt, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel unter Einwirkung der Impulskraft, der Zentrifugalkraft und der Corioliskraft mit einer zum Trägerteil 1218 hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind, d.h. auf den Ringspalt 1240 hin abgelenkt werden. Damit kann das bei 30 einströmende Fluid während des Durchströmens des Radialgebläses wirksam von sehr groben bzw. schweren festen oder flüssigen Partikeln gereinigt werden.

Die Zusatzschaufeln können auch auf der Normal-ebene zur Drehachse 1212 bzw. auf der Ebene des

Trägerteils 1218 im Wesentlichen senkrecht stehen.

Selbstverständlich sind weitere Abwandlungen des Lüfterrads und des Radialgebläses möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen.

Beispielsweise kann der Anstellwinkel WS der Lüfterradschaufeln 120, 1120, 1220 bezüglich der Normalebene 15 zur Drehachse 12 in radialer Richtung variiert werden, so dass sich für die Schaufeln eine Art Propellerform ergibt.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 9 und 10 sind die Zusatzschaufeln 1144, 1244 ebenso wie die Lüfterradschaufeln 1120, 1220 konvex gestaltet. Sie können aber auch gerade oder konkav oder S-förmig ausgebildet sein.

Die leistenartigen Vorsprüngen 148a, 148b können auch oder eine andere Form erhalten, beispielsweise bogenförmig geführt sein.

Als Material für die Komponenten des Lüfterrads können alle gängigen Werkstoffe, wie z.B. metallische Werkstoffe und Kunststoffe verwendet werden. Es können Fügeverfahren, wie z.B. Schweiß- oder Klebetechniken, aber auch Gusskonstruktionen Anwendung finden.

Nachstehend werden anhand der Fig. 11 bis 17 weitere Varianten des Lüfterrads beschrieben. Es werden wiederum für diejenigen Komponenten, die den Bauteilen der zuvor beschriebenen Varianten entsprechen, ähnliche Bezugszeichen verwendet, denen allerdings eine "2" bzw. eine "21" vorangestellt ist.

In den Figuren ist wieder mit dem Bezugszeichen 210 allgemein ein axial angeströmtes Radial-Lüfterrad bezeichnet, das zum Fördern eines Strömungsmittels bzw. Fluids, insbesondere eines mit festen oder flüssigen Partikeln beladenen Strömungsmittels, dient.

Das Lüfterrad 210 hat eine Drehachse 212, die - wie man am besten anhand der Fig. 17 erkennt - bei der Montage in dem nicht gezeigten Rohrschnitt 60 - z.B. vertikal ausgerichtet ist. Eine mit 216 bezeichnete Nabe sitzt drehfest auf einer nicht gezeigten Antriebswelle mit der Achse 212 und sie trägt ein Schaufel-Trägerteil 218, das sich im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse 212 erstreckt. Das Trägerteil 218 trägt seinerseits eine Schaufelanordnung mit einer Vielzahl von kranzartig im Umfangsabstand zueinander angeordneten und in der Regel identisch ausgebildeten Lüfterradschaufeln 220, die zur Drehachse 212 parallel ausgerichtet, jedoch zu einer die Drehachse 212 enthaltenden Axialebene 222, wie

z.B. die Zeichenebene der Fig. 17, angestellt sind, damit sie beim Drehen des Lüfterrads 210 mit der Drehrichtung V eine radial nach außen gerichtete Förderströmung erzeugen.

Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen sind die Lüfterradschaufeln 220 gerade, was sich aus der Fig. 11 ergibt. Es soll jedoch an dieser Stelle bereits hervorgehoben werden, dass die Schaufelform beliebig modifiziert werden kann, um den strömungsmechanischen Wirkungsgrad des Lüfters und/oder der später noch zu beschreibenden Partikelabscheidung zu verbessern.

Die Lüfterradschaufeln 220 haben wieder jeweils eine radial innenliegende Anströmkante 224 und eine radial außenliegende Austrittskante 226. Zwischen den Lüfterradschaufeln 220 werden im Wesentlichen radial nach außen gerichtete Strömungskanäle 228 definiert, so dass also eine axiale Eintrittsströmung - mit dem Pfeil SE bezeichnet - bei sich drehendem Lüfterrad 210 radial nach außen in eine Austrittsströmung SA mit radialer und in Umfangsrichtung gerichteter Geschwindigkeitskomponente umlenkbar ist.

Wie die Fig. 11 bis 13 zeigen, ist den Anströmkanten 224 und Strömungs-Austrittskanten 226 jeweils ein Teilkreis 224a bzw. 226a zugeordnet. Die Strömungs-Eintrittskanten 224 gehen von einem der Nabe 216 nahe liegenden Abschnitt des Trägerteils 218 aus und erstrecken sich von diesem axial weg bis zu einer zum Trägerteil 218 im Wesentlichen parallel verlaufenden Schaufelkante 229 (siehe Fig. 13 und 17). Auf der dem Trägerteil 218 abgewandeten Seite tragen die Lüfterradschaufeln 220 eine Ringscheibe 221.

Die Formgebung der Lüfterradschaufeln 220 kann je nach Lüfterkonstruktion - in weiten Grenzen variieren. Wenn die Lüfterradschaufeln 220 - wie gezeigt - eine formstabile Ringscheibe 221 tragen, wird die Konstruktion des Lüfterrads steifer, so dass es genügt, die Lüfterradschaufeln am Trägerteil 218 zu befestigen, wie z.B. anzuschweißen. Die Anströmkante 224 der Lüfterradschaufeln kann dann im Wesentlichen parallel zur Drehachse angeordnet werden.

Generell liegen also die Strömungs-Eintrittskanten 224 der Lüfterradschaufeln 220 in den verschiedenen Schnittansichten senkrecht zur Drehachse 212 auf Teilkreisen 224a, die Bestandteil einer Teilkreisschar sind, welche einen Zylinder- oder Kegelmantel mit einem kleinen Kegelwinkel WK (siehe Fig. 13 und Fig. 17) definiert.

Wie sich aus der Fig. 17 ergibt, ist das Lüfterrad 210

in das Rohrstück 60 so eingebaut, dass es unterhalb eines axialen Einlasstrichters 230, der mit der Drehachse 212 des Lüfterrads 210 fluchtet, zu liegen kommt. Radial von außen ist das Lüfterrad 210 von der Sammelrinne 242 eingefasst, die der Sammelrinne 66 der Ausführungsform nach den Fign. 1 bis 6 entspricht.

Die Sammelrinne hat eine Oberkante 236, die sich eng an die radial außenliegenden Schaufelkanten 226 anschmiegt. Zu diesem Zweck kann das Lüfterrad 210 auch mit einer - nicht gezeigten - bodenseitigen Eindrehung versehen sein, in die mit Passung die Oberkante 236 der Sammelrinne 242 eingreift. Wie sich weiter aus der Fig. 17 ergibt, ist die Oberkante 236 der Sammelrinne 242 zu einer dem Trägerteil 214 am nächsten liegenden Kante 238 der Lüfterradschaufeln 220 um ein vorbestimmtes Spaltmaß MS axial beabstandet. Auf diese Weise begrenzt die Oberkante 236 der Sammelrinne 242 einen Radial- oder Ringspalt 240 zum Abführen von aus dem Fluid abgeschiedenen Partikeln, wie Staub-, Wasser, Öl- oder Fettpartikeln.

Der Ringspalt 240 ist also von der Sammelrinne 242 zum Sammeln und Abführen der aus dem Fluid abgeschiedenen Partikel umgeben.

Damit das bei 230 einströmende Fluid während des Durchströmens des Radialgebläses wirksam von vorrangig groben bzw. schweren festen oder flüssigen Partikeln gereinigt werden kann, sind am Trägerteil bzw. (bei der Variante nach Fig. 17 an der Nabe 216) radial innerhalb der Lüfterradschaufeln 220 zusätzliche vom Trägerteil 218 axial vorstehende Zusatzschaufeln 244 angebracht. Diese sind in Drehrichtung V des Lüfterrads 210 derart angestellt, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel unter Einwirkung der Impulskraft, der Zentrifugalkraft und der Corioliskraft mit einer zum Trägerteil 218 hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind, d.h. auf den Ringspalt 240 hin abgelenkt werden.

Vorzugsweise ist die Weite MS des Ringspalts 240 einstellbar, so dass eine Einstellung auf und eine Anpassung an die Art und die Menge der abzuscheidenden Partikel aus dem Fluid ermöglicht ist.

Wie sich im Einzelnen aus Fig. 12 ergibt, ist der im WA bezeichnete Anstellwinkel kleiner als 90° , und er liegt - je nach Art des Fluids und der darin enthaltenen Verunreinigungen und je nach Drehzahl und/oder Strömungsgeschwindigkeit im Lüfterrad - vorzugsweise zwischen 45° und 80° . Der Anstellwinkel WA wird in Abhängigkeit von der Partikelgröße bzw. der Partikelgrößenverteilung gewählt, damit die Partikelabscheidung ein Maximum erhält.

Um die Wirkung der Zusatzschaufeln 244 möglichst groß zu halten, sind sie zu den Lüfterradschaufeln 220 in Umfangsrichtung versetzt, und zwar derart, dass die von den Zusatzschaufeln 244 abgelenkten Partikel unter Einwirkung der strömungsmechanischen und sonstigen dynamischen Kräfte nicht auf die Anströmkanten 224 der Lüfterradschaufeln 220 treffen. Die Zusatzschaufeln 244 können sich auch in radialer Richtung mit den Lüfterradschaufeln 220 überlappen.

Wie gezeigt, haben die Zusatzschaufeln 244 eine axiale Erstreckung EA, die geringer ist als die Höhe H der Lüfterradschaufeln 220. Vorzugsweise haben die Zusatzschaufeln 244 eine Höhe EA, die bis zu 50%, vorzugsweise bis zu 30% der axialen Erstreckung H der Lüfterradschaufeln 220 beträgt.

Zur zusätzlichen Verbesserung des Abscheidegrads kann bei den gezeigten Ausführungsformen jede Lüfterradschaufel 220 auf ihrer Arbeits- bzw. Druckseite zumindest einen leistenartigen Vorsprung 248 haben, der zur Strömungsrichtung im Strömungskanal 228 zwischen den Schaufeln 220 derart angestellt ist, dass die Strömung zumindest in Druckseitennähe axial auf das Trägerteil 218 zu ablenkbar ist und der in einem vorbestimmten axialen Abstand, der vorzugsweise nicht größer als das Maß MS ist, zum Trägerteil 218 endet.

Bei dem in Fig. 11 bis 14 gezeigten Ausführungsbeispiel sind auf jeder Lüfterradschaufel 220 zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Vorsprünge 248a, 248b vorgesehen, die in einem im Wesentlichen gleichen axialen Abstand MS - siehe Fig. 13 - zum Trägerteil 218 enden.

Die leistenartigen Vorsprünge 248 haben vorzugsweise eine Höhe HLV - siehe Fig. 14 - , die bis zu 50% der axialen Erstreckung H der Lüfterradschaufeln 220 beträgt. Versuche haben gezeigt, dass die Höhe HLV der leistenartigen Vorsprünge das Maß von 8 mm nicht übersteigen sollten.

Wie die Fig. 14 zeigt, ist der Neigungswinkel WN, unter dem die Vorsprünge 248a, 248b zur Schaufelfläche 246 angestellt sind, beispielsweise zu 90° eingestellt. Dieser Winkel WN kann jedoch variabel gehalten, beispielsweise wesentlich kleiner als 90° sein, wobei der Anstellwinkel bzw. die Oberflächengestaltung (auch eine Bogenform ist möglich) der Vorsprünge 248 empirisch je nach Art und Konsistenz der aus dem Fluid heraus zu filternden Partikel festgelegt wird.

Die Vorsprünge 248 sind bei der gezeigten Ausführungsform bis zur Strömungs-Eintrittskante 224 der Lüfterradschaufeln 224 geführt, sie können aber

auch vor der Kante 224 enden.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 11 bis 13 sind die Zusatzschaufeln 244 ebenso wie die Lüfterrad-
schaufeln 220 gerade bzw. eben ausgebildet. In den
Fig. 15 und 16 ist eine Abwandlung des erfindungs-
gemäßen Lüfterrads gezeigt. Dabei sind diejenigen
Komponenten, die den Bestandteilen des Lüfterrads
der Fig. 11 bis 14 entsprechen, mit ähnlichen Be-
zugszeichen versehen, denen aber eine "21" voran-
gestellt ist.

Bei dieser Variante sind die Schaufeln 2120 und
2144 gekrümmt, und zwar in Drehrichtung konvex.
Die Lüfterradschaufeln 2120 und/oder die Zusatz-
schaufeln 2144 können aber auch gerade oder in
Drehrichtung des Lüfterrads konkav oder S-förmig
gekrümmt sein.

Die Variante der Fig. 15 und 16 ist wieder mit den
leistenartigen Vorsprüngen 2148a, 2148b ausge-
stattet. Diese können aber auch entfallen - wie das
in Fig. 17 durch die gestrichelten Linien angedeutet
ist - oder eine andere Form erhalten, beispielsweise
bogenförmig geführt sein, wie das auf der rechten
Seite der Fig. 6 mit gestrichelten Linien angedeutet
ist.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den be-
schriebenen Ausführungsformen möglich, ohne den
Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So kön-
nen beispielsweise die Lüfterradschaufeln 220,
2120 der Schaufelanordnung zur Normalebene der
Drehachse 212, d.h. zur Ebene des Trägereils 218,
2118 derart unter einem Winkel WS (siehe Fig. 14),
der kleiner ist als 90°, angestellt sein, dass in dem
zu fördernden Fluid enthaltene Partikel mit einer zum
Trägereil 218 hin gerichteten Kraftkomponente be-
aufschlagbar sind. Dieser Anstellwinkel WS kann in
radialer Richtung auch variieren. Es hat sich heraus-
gestellt, dass der Anstellwinkel WS vorzugsweise so
gewählt wird, dass gilt:

$$(90^\circ - WS) \leq (90^\circ - WA)2$$

Vorzugsweise liegt der Anstellwinkel WS der Lüfter-
radschaufeln bei 75°.

Als Material für die Komponenten des Lüfterrads
können erneut alle gängigen Werkstoffe, wie z.B.
metallische Werkstoffe und Kunststoffe verwendet
werden. Es können Fügeverfahren, wie z.B.
Schweiß- oder Klebetechniken, aber auch Gusskon-
struktionen Anwendung finden.

In vielen Fällen bestehen die Lüfterradschaufeln 220

ebenso wie die Zusatzschaufeln 244 aus Stahlblech,
wobei der Werkstoff entsprechend den Umgebungs-
bedingungen im Einsatz des Radial-Lüfterrads ab-
gestimmt wird. Es können selbstverständlich andere
Materialien verwendet werden, je nach dem, welche
Eigenschaften im Langzeiteinsatz gefordert sind.

In den schematischen Zeichnungen ist die Dicke der
Lüfterradschaufeln 220, 2120 und Zusatzschaufeln
244, 2144 nicht maßstabsgetreu wiedergegeben.
Entgegen der Darstellung in den Fig. 12 und 14
beträgt die Dicke D244 der Zusatzschaufeln etwa
das Dreifache der Dicke D220 der Lüfterradschau-
feln. Das heißt, bei einer Dicke D220 der Lüfterrad-
schaufeln 220 von beispielsweise 5 mm (was für ein
Lüfterrad von bis zu 1000 mm Durchmesser reali-
stisch ist) beträgt die Dicke D244 der Zusatzschau-
feln etwa 15 mm. Auf diese Weise wird den unter-
schiedlichen Verschleißbelastungen der Schaufel-
gruppen Rechnung getragen.

Schließlich werden anhand der Fig. 18 bis 21 wei-
tere Varianten des Lüfterrads beschrieben, das bei
einer erfindungsgemäßen Anordnung verwendet
werden kann. Erneut sind diejenigen Bauteile, die
den Komponenten der zuvor beschriebenen Vari-
anten entsprechen, mit ähnlichen Bezugszeichen ver-
sehen, denen aber eine "3" bzw. "31" vorangestellt
ist.

In den Fig. 18 bis 20 ist das Radial-Lüfterrad mit
dem Bezugszeichen 310 bezeichnet. Das Lüfterrad
310 ist wieder in der Lage, Strömungsmittel, insbe-
sondere gasförmige Strömungsmittel, die mit abra-
siv wirkenden Partikeln, wie z.B. Staubpartikeln,
Wasserpartikeln, Schneeflocken, Fettpartikeln und
dgl. beladen sind, effektiv zu fördern bzw. aus einer
Umgebung abzupumpen. Ein spezifisches Anwen-
dungsgebiet des Lüfterrads liegt in der Förder-/Fil-
terfunktion von Strömungsmitteln, die einen extrem
hohen Anteil an mitgeführten Partikeln haben, wobei
der Verschleiß am Lüfterrad möglichst gering sein
soll.

Das Lüfterrad 310 hat eine Drehachse 312, die er-
neut beliebig orientiert sein kann.

Eine mit 316 bezeichnete Nabe sitzt drehfest auf ei-
ner nicht gezeigten Antriebswelle mit der Achse 312
und sie trägt ein Schaufel-Trägereil 318, das sich
im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse 312 er-
streckt. Das Trägereil 318 trägt seinerseits eine
Schaufelanordnung mit einer Vielzahl von kranzartig
im Umfangsabstand zueinander angeordneten und
in der Regel identisch ausgebildeten Lüfterrad-
schaufeln 320.

Die Lüfterradschaufeln 320 sind - wie sich aus den

Darstellungen der Fig. 18 und 21 ergibt - zu einer die Drehachse 312 enthaltenden Axialebene 322, wie z.B. die Zeichenebene der Fig. 20, unter einem bestimmten Winkel DELTA angestellt, damit sie beim Drehen des Lüfterrads 310 mit der Drehrichtung V eine radial nach außen gerichtete Förderströmung erzeugen. Der Winkel DELTA kann allerdings auch 0° sein.

[0058] Die Lüfterradschaufeln sind zur Drehachse 312 parallel ausgerichtet, sie können aber auch zur Normalebene 315, die bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel mit der Ebene des Trägerteils 318 zusammenfällt, unter einem Anstellwinkel $< 90^\circ$, d.h. derart angestellt sein, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel unter dem Einfluss der dynamischen Kräfte, einschließlich der Zentrifugal- und der Corioliskräfte, mit einer zum Trägerteil hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind.

[0059] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 18 bis 20 sind die Lüfterradschaufeln 320 gerade. Es soll jedoch an dieser Stelle bereits hervorgehoben werden, dass die Schaufelform beliebig modifiziert werden kann, um den strömungsmechanischen Wirkungsgrad des Lüfters und/oder der später noch zu beschreibenden Partikelabscheidung zu verbessern.

[0060] Die Lüfterradschaufeln 320 haben erneut jeweils eine radial innenliegende Anströmkante 324 und eine radial außenliegende Austrittskante 326. Zwischen den Lüfterradschaufeln 320 werden im Wesentlichen radial nach außen gerichtete Strömungskanäle 328 definiert, so dass also eine axiale Eintrittsströmung bei sich drehendem Lüfterrad 310 radial nach außen in eine Austrittsströmung SA mit radialer und in Umfangsrichtung gerichteter Geschwindigkeitskomponente umlenkbar ist.

[0061] Wie die Figuren zeigen, ist den Anströmkanten 324 und Strömungs-Austrittskanten 326 jeweils ein Teilkreis 324a bzw. 326a zugeordnet. Die Strömungs-Eintrittskanten 324 gehen von einem der Nabe 316 nahe liegenden Abschnitt des Trägerteils 318 aus und erstrecken sich von diesem axial weg bis zu einer zum Trägerteil 318 im Wesentlichen parallel verlaufenden Schaufelkante 329.

[0062] Bei der Ausführungsform nach den Fig. 18 bis 20 tragen die Schaufeln auf der dem Trägerteil 318 abgewandeten Seite eine Ringscheibe 321 und sie sind mit dieser fest verbunden, beispielsweise verschweißt. Die axiale Erstreckung H der Lüfterradschaufeln 320 bestimmt sich also als Abstand zwischen dem Trägerteil 318 und der Ringscheibe 321.

[0063] Die Formgebung der Lüfterradschaufeln 320 kann - je nach Lüfterkonstruktion - in weiten Grenzen variieren. Wenn die Lüfterradschaufeln 320 - wie in der Fig. 20 gezeigt

- eine formstabile Ringscheibe 321 tragen, wird die Konstruktion des Lüfterrads steifer, so dass es genügt, die Lüfterradschaufeln am Trägerteil 318 zu

befestigen, wie z.B. anzuschweißen. Die Anströmkante 324 der Lüfterradschaufeln kann dann im Wesentlichen parallel zur Drehachse angeordnet werden. Andererseits hat eine frei auskragende Form der Schaufeln den Vorteil, dass das sich im Gebläse keine Partikelansammlungen bilden.

[0064] Generell liegen also die Strömungs-Eintrittskanten 324 der Lüfterradschaufeln 320 in den verschiedenen Schnittansichten senkrecht zur Drehachse 312 auf Teilkreisen 324a, die Bestandteil einer Teilkreisschar sind, welche einen Zylinder- oder Kegelstumpfmantel mit einem kleinen Kegelwinkel WK (siehe Fig. 20) definiert.

[0065] Das Lüfterrad wird ähnlich in das Rohrstück eingebaut wie die zuvor beschriebenen Lüfterräder, so dass eine Fluid-Förderfunktion und im Zusammenwirken mit der Sammelrinne und den Partikel-Abfuhrrohren eine Partikel-Abscheidungsfunktion erfüllt wird.

[0066] Am Trägerteil 318 bzw. an der Nabe 316 sind radial innerhalb der Lüfterradschaufeln 320 zusätzliche, vom Trägerteil 318 axial vorstehende Zusatzschaufeln 344 angebracht, wobei die axiale Erstreckung der Zusatzschaufeln geringer ist als die der Lüfterradschaufeln 320. Die Zusatzschaufeln 344 sind gegen die Drehrichtung V angestellt, d.h. sie schließen mit der Normalebene 315 zur Drehachse 312 bzw. mit der Ebene des Trägerteils 318 einen Winkel $WA > 90^\circ$ ein, wodurch es gelingt, den Verschleiß der Lüfterradschaufeln 320 und von gegebenenfalls daran angebrachten leistenartigen Vorsprüngen, die in Fig. 18 nur gestrichelt angedeutet und mit 348 bezeichnet sind, zu vergleichmäßigen. Der Anstellwinkel WA kann bis zu 135° betragen und wird in Abhängigkeit von der Partikelgröße, -belastung und -konsistenz, sowie abgestimmt auf die Strömungsgeschwindigkeiten gewählt, um den Verschleiß der Hauptschaufeln zu minimieren.

[0067] Die Zusatzschaufeln 344 haben eine axiale Erstreckung EA, die geringer ist als die Höhe H der Lüfterradschaufeln 320. Vorzugsweise haben die Zusatzschaufeln 344 eine Höhe EA, die bis zu 50%, vorzugsweise bis zu 30% der axialen Erstreckung H der Lüfterradschaufeln 320 beträgt.

[0068] In vielen Fällen bestehen die Lüfterradschaufeln 320 ebenso wie die Zusatzschaufeln 344 aus Stahlblech, wobei der Werkstoff entsprechend den Umgebungsbedingungen im Einsatz des Radial-Lüfterrads abgestimmt wird. Es können selbstverständlich andere Materialien verwendet werden, je nach dem, welche Eigenschaften im Langzeiteinsatz gefordert sind.

[0069] Die Schaufeln 320 und 344 sind unterschiedlichem Verschleiß ausgesetzt, so dass es von Vorteil ist, die Dicke D344 der Zusatzschaufeln größer zu halten als diejenige Dicke D320 der Hauptschaufeln 320. In den schematischen Zeichnungen ist die Dicke der Lüfterradschaufeln 320, 3120 und Zusatzschaufeln 344, 3144 nicht maßstabsgetreu wiedergegeben. Entgegen der Darstellung in den Fig. 19 und 20 beträgt die Dicke D344 der Zusatzschaufeln 344 also etwa das Dreifache der

Dicke D320 der Lüfterradschaufeln. Das heißt, bei einer Dicke D320 der Lüfterradschaufeln 320 von beispielsweise 5 mm (was für ein Lüfterrad von bis zu 1000 mm Durchmesser realistisch ist) beträgt die Dicke D344 der Zusatzschaufeln etwa 15 mm.

[0070] Um die Wirkung der Zusatzschaufeln 344 möglichst groß zu halten, sind sie zu den Lüfterradschaufeln 320 in Umfangsrichtung versetzt, und zwar derart, dass die von den Zusatzschaufeln 344 abgelenkten Partikel unter Einwirkung der strömungsmechanischen und sonstigen dynamischen Kräfte nicht auf die Anströmkanten 324 der Lüfterradschaufeln 320 treffen. Die Zusatzschaufeln 344 können sich auch in radialer Richtung mit den Lüfterradschaufeln 320 überlappen.

[0071] Wie in Fig. 18 mit gestrichelten Linien angedeutet ist, kann jede Lüfterradschaufel 320 auf ihrer Arbeits- bzw. Druckseite 346 zumindest einen leistenartigen Vorsprung 348 tragen, der zur Strömungsrichtung im Strömungskanal 328 zwischen den Schaufeln 320 derart angestellt ist, dass die Strömung zumindest in Druckseiten-
nähe axial auf das Trägerteil 318 zu ablenkbar ist und der in einem vorbestimmten axialen Abstand, der vorzugsweise nicht größer als das Maß MS - siehe Fig. 17 - ist, zum Trägerteil 318 endet. Soweit ein derartiger leistenartiger Vorsprung 348 überhaupt vorgesehen ist, wird seine Höhe eher klein gehalten und sollte das Maß von 8 mm nicht übersteigen.

[0072] Mit dieser Gestaltung des Lüfterrads ergibt sich die folgende Arbeitsweise:

[0073] Das zu einem hohen Prozentsatz mit Partikeln beladene Strömungsmittel, vorzugsweise gasförmige Strömungsmittel, wie etwa Luft, strömt bei 330 axial in das Radialgebläse ein. Durch die Wirkung der Lüfterradschaufeln 320 des mit vorgegebener Drehzahl rotierenden Lüfterrads 310 wird die Strömung in die Kanäle 328 umgelenkt und radial nach außen gefördert. Durch die erfindungsgemäßen Zusatzschaufeln 344 und deren erfindungsgemäße Anstellung unter dem Winkel $WA > 90^\circ$ lässt sich der durch die Partikel hervorgerufene Verschleiß am Lüfterrad 310 vergleichmäßigen. Insbesondere die hoch beanspruchten Schaufelwurzeln 350 der Lüfterradschaufeln 320, aber auch die Schaufelwurzeln 352 der Zusatzschaufeln 344 lassen sich wirksam vor übermäßigem und schnellen Verschleiß schützen.

[0074] Dabei sind die Strömungsverluste im Lüfterrad 310 aufgrund der ansonsten glatten Ausgestaltung der Strömungswege, sehr gering, was auch für die Geräuschentwicklung zutrifft. Ferner neigt das Lüfterrad 310 nicht zu Partikelablagerungen, so dass sich über eine lange Betriebsdauer hinweg ein wartungsfreier Betrieb selbst dann ergibt, wenn die Partikel sehr abrasiv sind und/oder zum Zusammenkleben neigen.

[0075] Vorstehend wurde eine Ausführungsform mit geraden Lüfterradschaufeln 320 und Zusatzschaufeln 344 beschrieben. Unter Bezug auf die Fig. 21 wird noch eine Variante mit anderen Gestaltungen der Schaufeln beschrieben. Dabei sind diejenigen Teile des Lüfterrads, die den Komponenten der zuvor beschriebenen Anord-

nung entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch eine "31" vorangestellt ist.

[0076] Bei der in Fig. 21 gezeigten Variante sind die Lüfterradschaufeln 3120 in Laufrichtung V konvex ausgebildet. Die Lüfterradschaufeln 3120 sind glatt, so dass sich ein guter Wirkungsgrad und geringe Geräuschentwicklung ergibt.

[0077] Auf jeder Lüfterradschaufel können auch - wie zuvor bereits beschrieben - leistenartige Vorsprünge vorgesehen sein, die in einem im Wesentlichen gleichen axialen Abstand MS zum Trägerteil 318 enden.

[0078] Die Lüfterradschaufeln 320 können auch unter einem Winkel WS, der kleiner als 90° ist, zum Umfangsgeschwindigkeitsvektor angestellt werden, wodurch die im Strömungsmittel enthaltenen Partikel, die in fester oder flüssiger Form vorliegen können, unter Einwirkung der strömungsmechanischen Kräfte, der Massenkkräfte und der sonstigen dynamischen Kräfte, wie der Zentrifugal- und der Corioliskräfte, in Richtung auf das Trägerteil 318 zu gedrängt werden, so dass im Bereich radial innerhalb des Ringspalts 40 eine erhebliche größere Partikelkonzentration vorliegt als in der übrigen Strömung. Die in dieser Strömungsschicht enthaltenen Partikel gelangen über den Ringspalt 40 in die Ringkammer 42, die vorzugsweise so ausgebildet ist, dass darin kein übermäßiger Staudruck aufgebaut wird. Die Hauptströmung, die das Lüfterrad 310 oberhalb des Ringspalts 40 verlässt, ist zu einem entsprechend hohen Prozentsatz gereinigt. Über eine Einstellbarkeit des Maßes MS lässt sich der Abscheidewirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des zu reinigenden Strömungsmittels beeinflussen.

[0079] Auch kann der Anstellwinkel WS der Lüfterradschaufeln 320, 3120 bezüglich der Normalebene 315 zur Drehachse 312 in radialer Richtung variiert werden, so dass sich für die Schaufeln eine Art Propellerform ergibt.

[0080] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 21 sind die Zusatzschaufeln 3144 ebenso wie die Lüfterradschaufeln 3120 konvex gestaltet. Sie können aber auch gerade oder konkav oder S-förmig ausgebildet sein.

[0081] Die leistenartigen Vorsprüngen 348a, 348b können auch eine andere Form erhalten, beispielsweise bogenförmig geführt sein.

[0082] Die Erfindung schafft somit eine Anordnung mit einem in ein Rohr eingebauten und in axialer Richtung fördernden Lüfter, der von einem Motor angetrieben ist. Der Lüfter wird von einem axial angeströmten Radial-Lüfterrad mit einem angetriebenen Trägerteil gebildet, das sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Drehachse erstreckt und eine Schaufelanordnung trägt, mit der eine im Wesentlichen axial gerichtete Eintrittsströmung radial nach außen umlenkbar ist. Die Austrittskanten der Schaufeln des Lüfterrads liegen auf einem Teilkreis, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohres. Die Schaufeln der Schaufelanordnung sind so gestaltet und/oder ausgerichtet, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel in Richtung auf einen umlaufenden Spalt vorbestimmter axialer Erstreckung zwischen dem Trä-

gerteil und einer das Trägerteil umgebenden Sammelrinne zu ablenkbar sind. Von der Sammelrinne, die fest mit einer Montageplatte für den Motor verbunden ist, gehen tangential mehrere im Umfangsabstand zueinander stehende Partikel-Abfuhrrohre aus, die vorzugsweise an der Innenwandung des Rohres befestigt bzw. angeschweißt sind.

Patentansprüche

1. In einem Rohr eingebauter und in axialer Richtung fördernder, von einem Motor (62) angetriebener Lüfter, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lüfter ein axial angeströmtes Radial-Lüfterrad (10) mit einem angetriebenen Trägerteil (18) aufweist, das sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Drehachse (12) erstreckt und eine Schaufelanordnung (20) trägt, mit der eine im Wesentlichen axial gerichtete Eintrittsströmung (SE) radial nach außen umlenkbar ist, wobei die Austrittskanten (26) der Schaufeln (20) auf einem Teilkreis (26a) liegen, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohres (60), und die Schaufeln (20) der Schaufelanordnung so gestaltet und/oder ausgerichtet sind, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel in Richtung auf einen umlaufenden Spalt (40) vorbestimmter axialer Erstreckung (MS) zwischen dem Trägerteil (18) und einer das Trägerteil umgebenden Sammelrinne (66; 142; 242; 342) zu ablenkbar sind, wobei von der Sammelrinne (66), die fest mit einer Montageplatte (64) für den Motor (62) verbunden ist, tangential mehrere im Umfangsabstand zueinander stehende Partikel-Abfuhrrohre (68) ausgehen, die vorzugsweise an der Innenoberfläche des Rohrs (60) befestigt sind.
2. Lüfter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Innenwand des Rohrs (60) zumindest eine zumindest abschnittsweise wendelförmige Rinne (72) angeordnet ist, die entgegen der Durchströmungsrichtung (RD) offen ist und eine Verbindung zu zumindest einem Partikel-Abfuhrkanalabschnitt (68C) hat.
3. Lüfter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel-Abfuhrrohre (72) gleichzeitig die Partikel-Abfuhrkanalabschnitte (68C) für die Rinne (72) ausbilden.
4. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel-Abfuhrrohre (68) an ihren stromab gelegenen Enden eine vorzugsweise von der Innenwand des Lüfterrohrs (60) beabstandete Kopplungsstelle zu einem aus dem Inneren des Rohrs heraus geführten, vorzugsweise flexiblen Rohr aufweist.
5. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**

gekennzeichnet, dass sich die Sammelrinne (66; 142; 242) eng an die radial außenliegenden Schaufelkanten (26; 126; 226; 326) anschmiegt.

6. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel-Abfuhrrohre (68) von abgewinkelten Rohren gebildet sind, wobei ein erster, tangential an die Sammelrinne (66) angeschlossener Abschnitt (68A) im Wesentlichen radial ausgerichtet ist und über einen Biegeabschnitt (68B) in einen zweiten Abschnitt (68C) übergeht, der im Wesentlichen axial ausgerichtet ist.
7. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei um 180° versetzte Partikel-Abfuhrrohre (68) und zwei wendelförmige Rinnen (72A, 72B) vorgesehen sind, die über einen Zenitwinkel (ZW) von im Wesentlichen 180° verlaufen und vorzugsweise einen Steigungswinkel von 5 bis 30° haben.
8. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montageplatte (64) zusätzlich über zumindest zwei im gleichmäßigen Umfangsabstand stehende Speichen (70) fixiert ist.
9. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Lüfterrad (10) ein Einlauftrichter (30) vorgeschaltet ist, der von dem Rohr (60) fixiert ist.
10. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (60) endseitig jeweils einen Ringflansch (60A, 60B) zum Einbau in ein Rohrsystem aufweist.
11. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (120) der Schaufelanordnung zur Normalebene der Drehachse (112) derart angestellt sind, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel mit einem zum Trägerteil (118) hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind.
12. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem die Schaufelanordnung eine Vielzahl von kranzartig im Umfangsabstand zueinander angeordneten Lüfterrad-schaufeln (220) hat, die jeweils eine radial innenliegende Anströmkante (224) und eine radial außenliegende Austrittskante (226) aufweisen und zwischen denen radial nach außen gerichtete Strömungskanäle (228) festgelegt sind, wodurch die axiale Eintrittsströmung (SE) radial nach außen umlenkbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägerteil (218; 2118) radial innerhalb der Lüfterrad-schaufeln (220; 2120) zusätzliche vom Trägerteil (218; 2118) axial vorstehende Zusatzschaufeln (244; 2144) trägt.

13. Lüfter nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzschaufeln (244) in Drehrichtung (V) des Lüfterrads (210) derart angestellt sind, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel mit einer zum Trägerteil (218; 2118) hin gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind. 5
14. Lüfter nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzschaufeln in Drehrichtung (V) des Lüfterrads derart angestellt sind, dass in dem zu fördernden Fluid enthaltene Partikel mit einer vom Trägerteil weg gerichteten Kraftkomponente beaufschlagbar sind. 10
15. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2120; 3120) und/oder Zusatzschaufeln (2144; 3144) in Drehrichtung des Lüfterrads konvex gekrümmt sind. 15
16. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Lüfterradschaufel (120; 220; 2120; 320) auf ihrer Druckseite (146) zumindest einen, vorzugsweise mehrere in Wesentlichen parallel zueinander verlaufende leistenartige Vorsprünge hat, die zur Strömungsrichtung im Strömungskanal (128) zwischen den Schaufeln derart angestellt ist, dass die Strömung zumindest in Druckseitennähe axial auf das Trägerteil (118) zu ablenkbar ist und der in vorbestimmtem axialen Abstand (MS) zum Trägerteil (118) endet. 20
25
30
17. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterradschaufeln (20) auf der dem Trägerteil (18) abgewandeten Seite einen Ring (21) tragen. 35

40

45

50

55

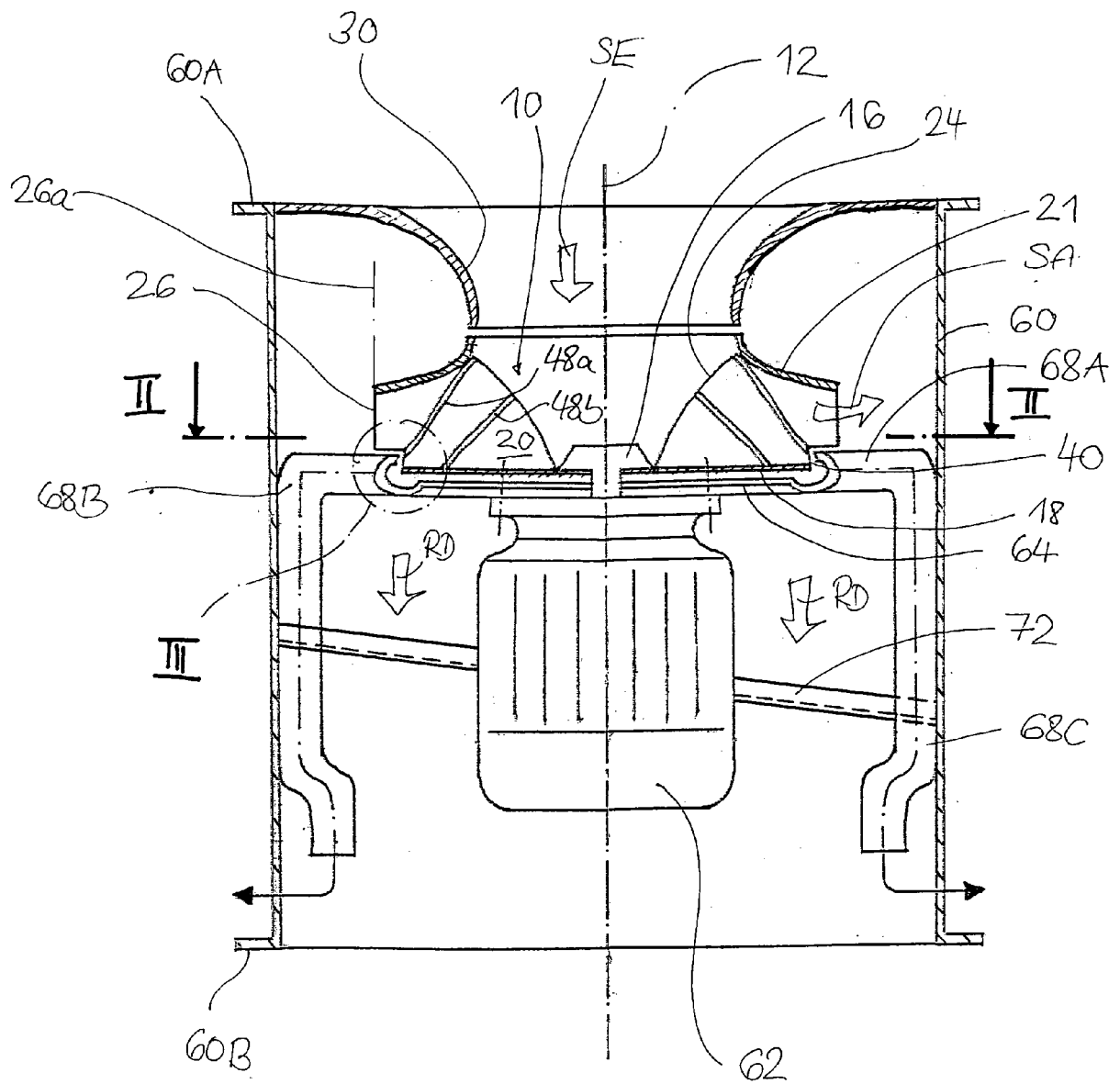


FIG. 2

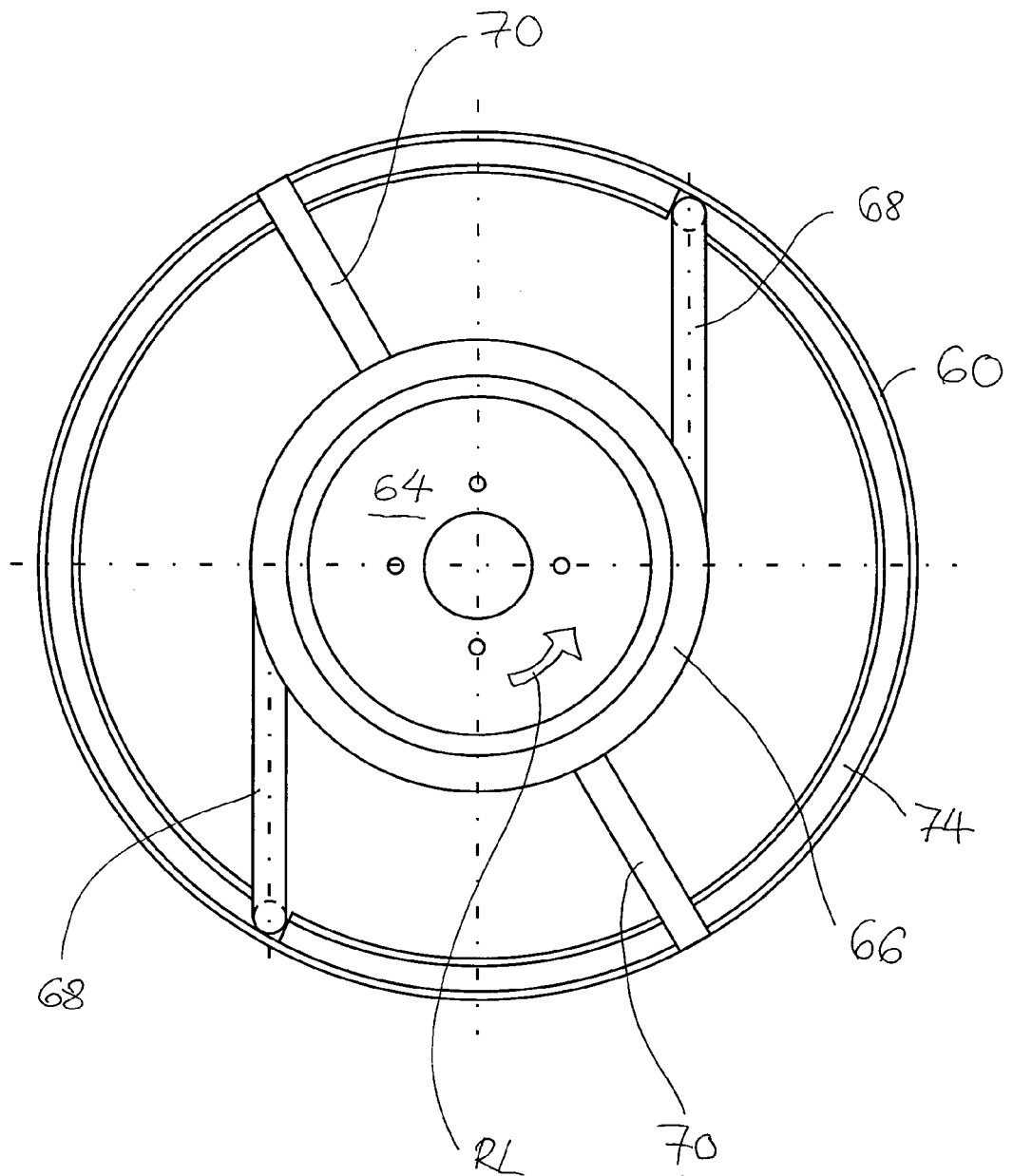
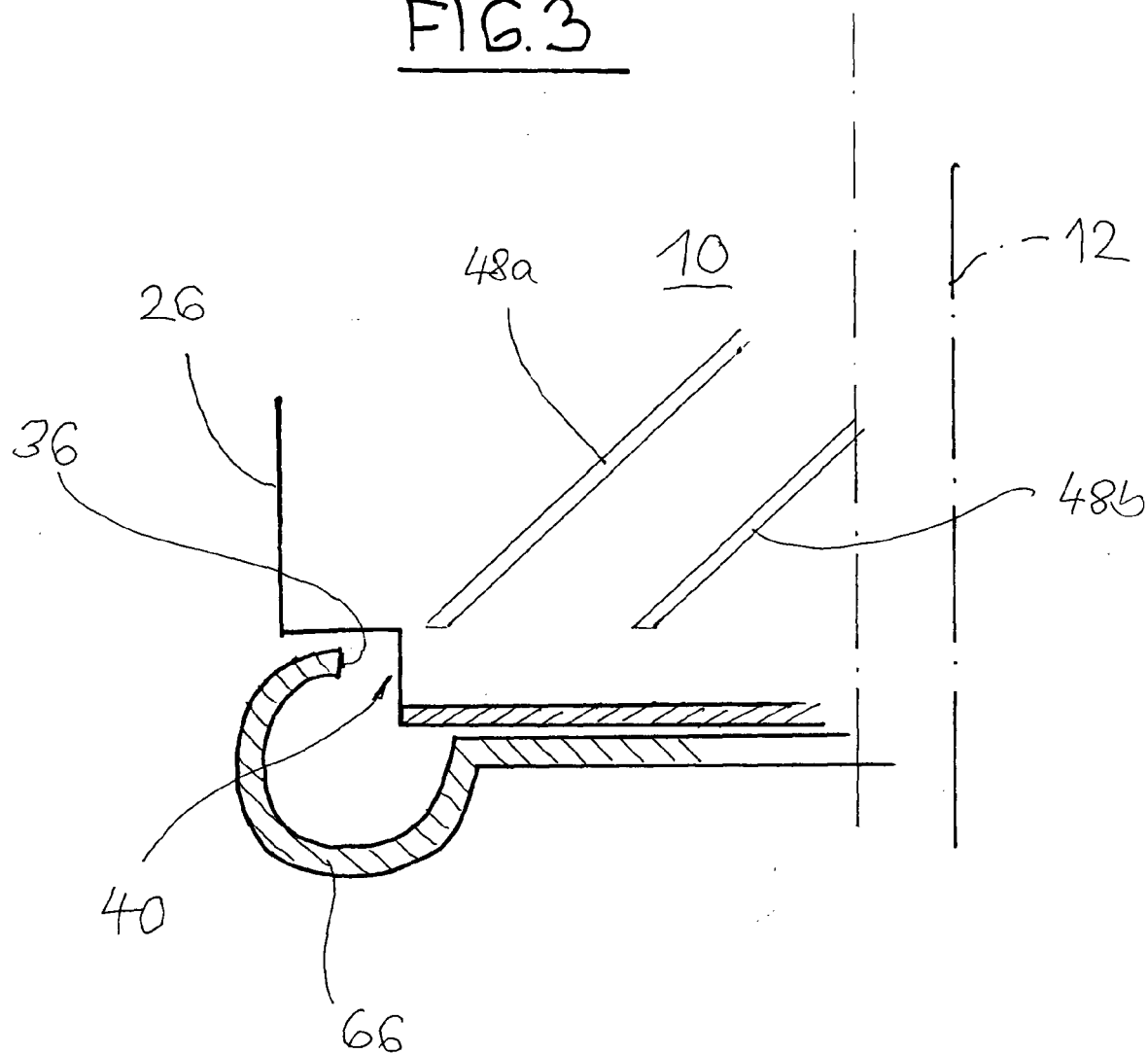


FIG. 3



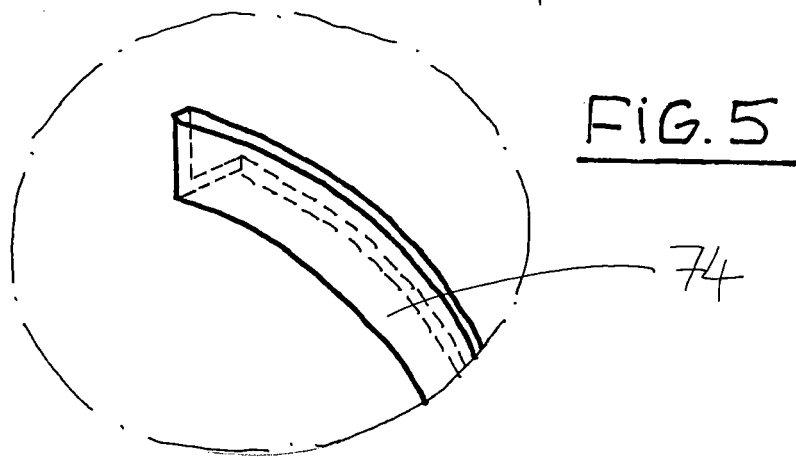
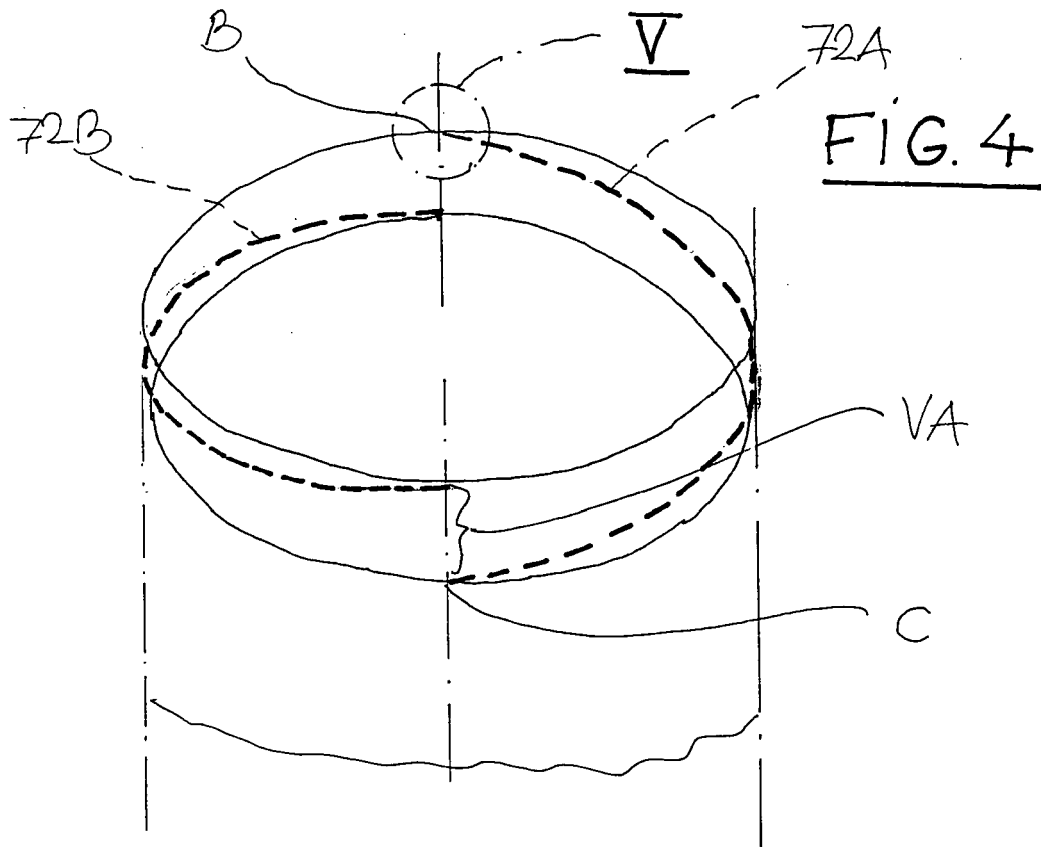
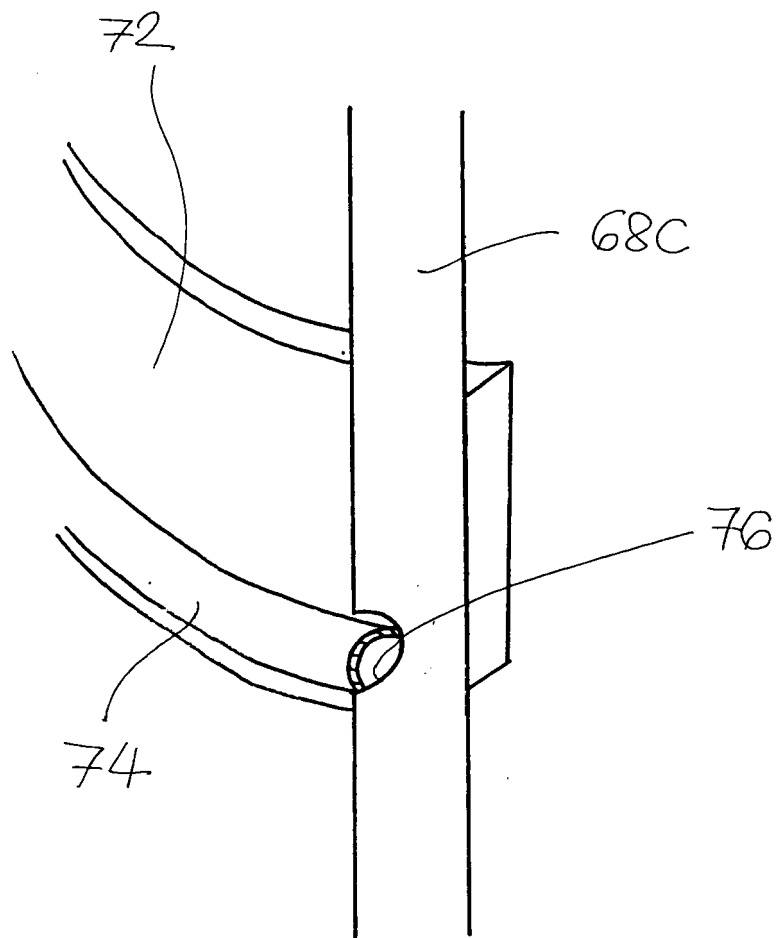
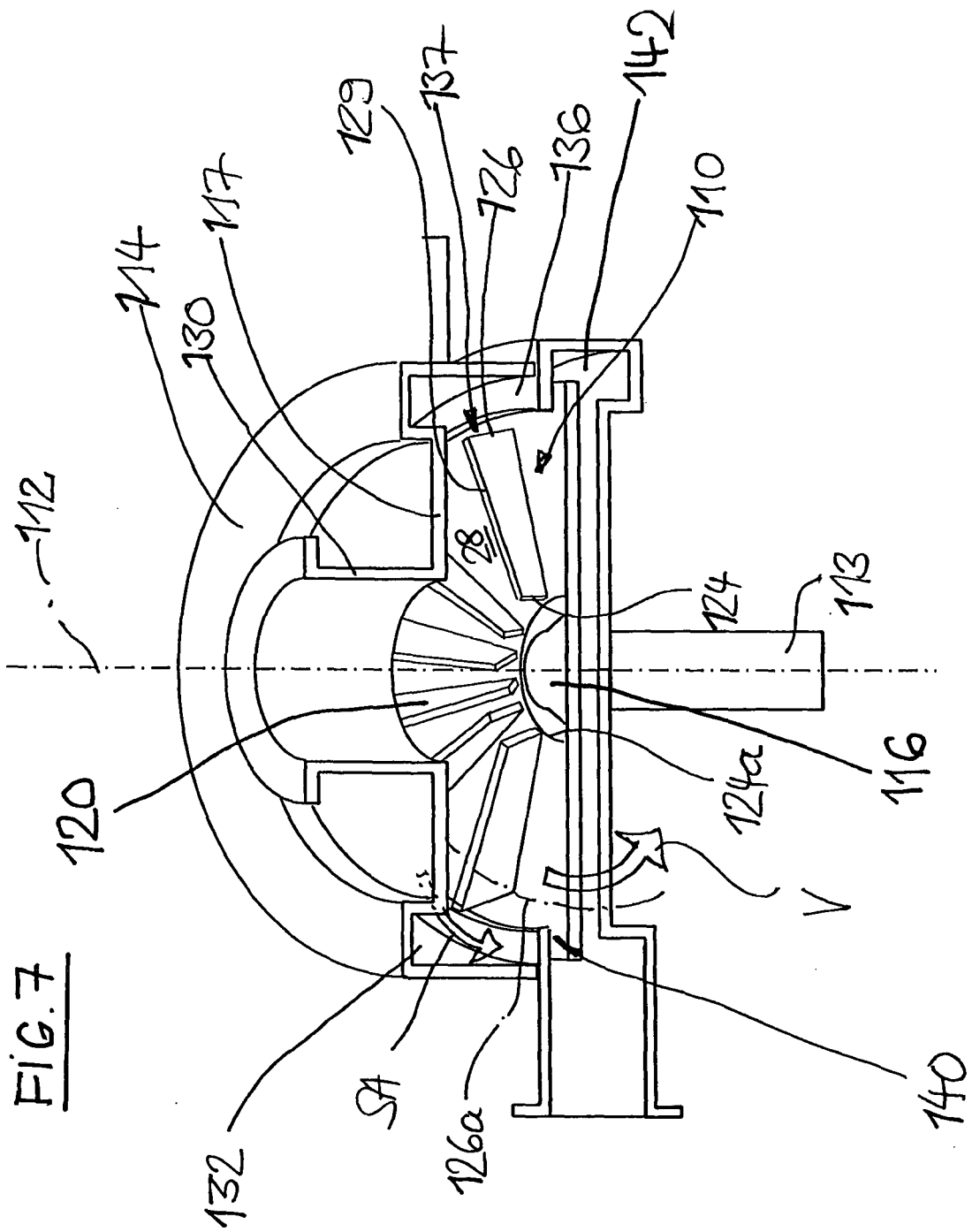
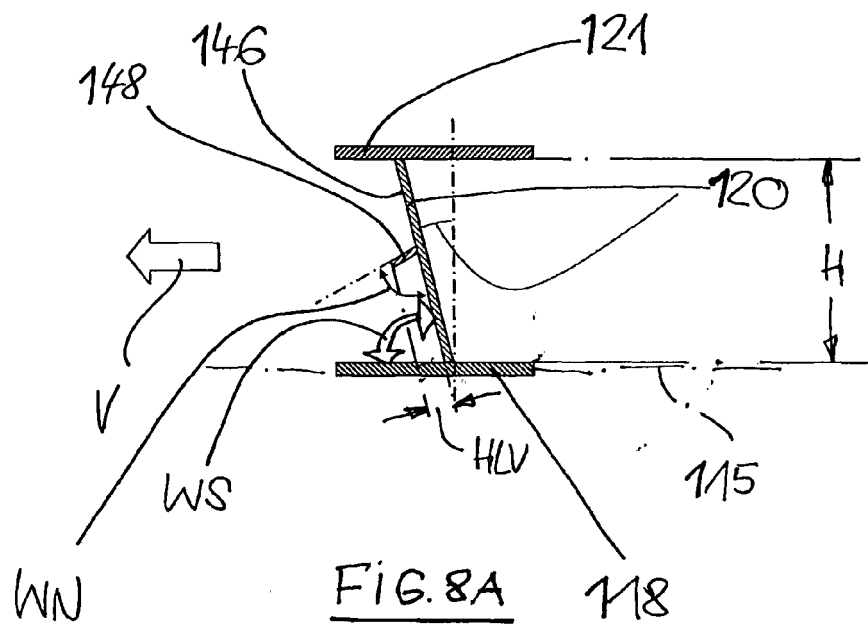
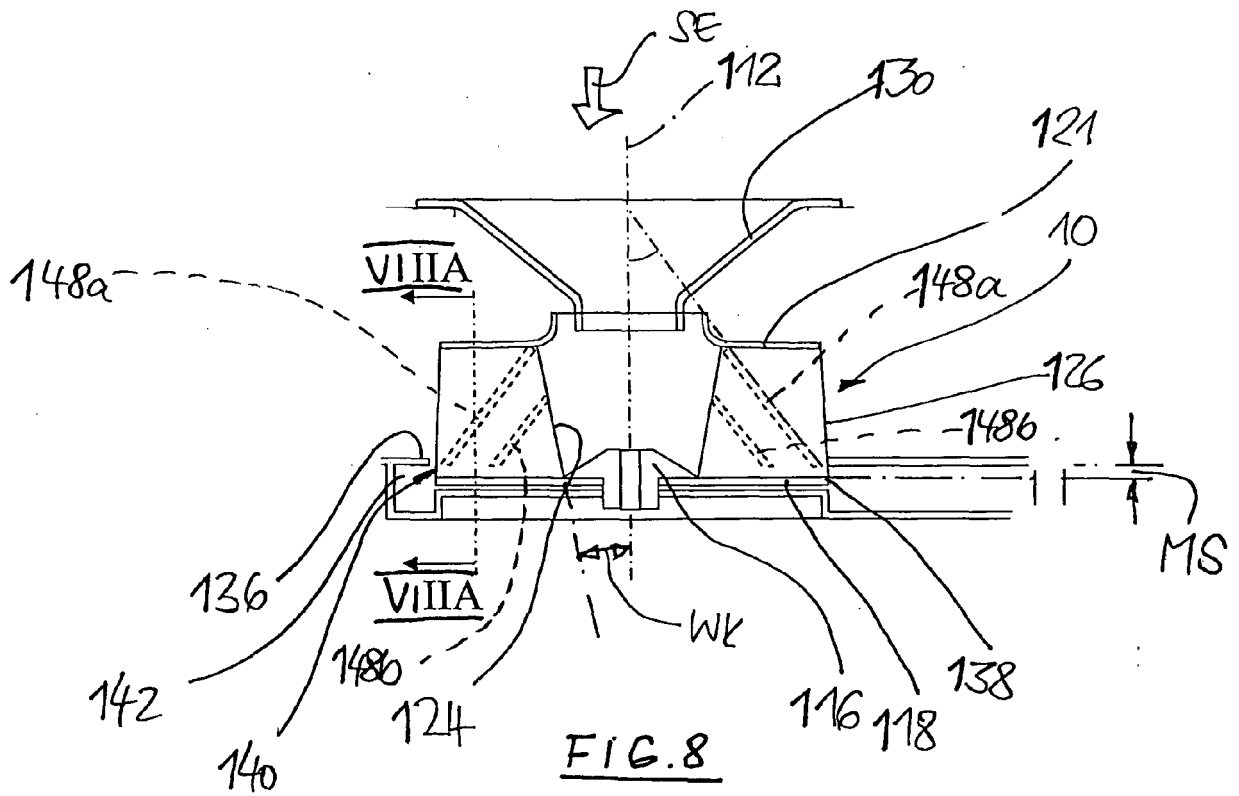
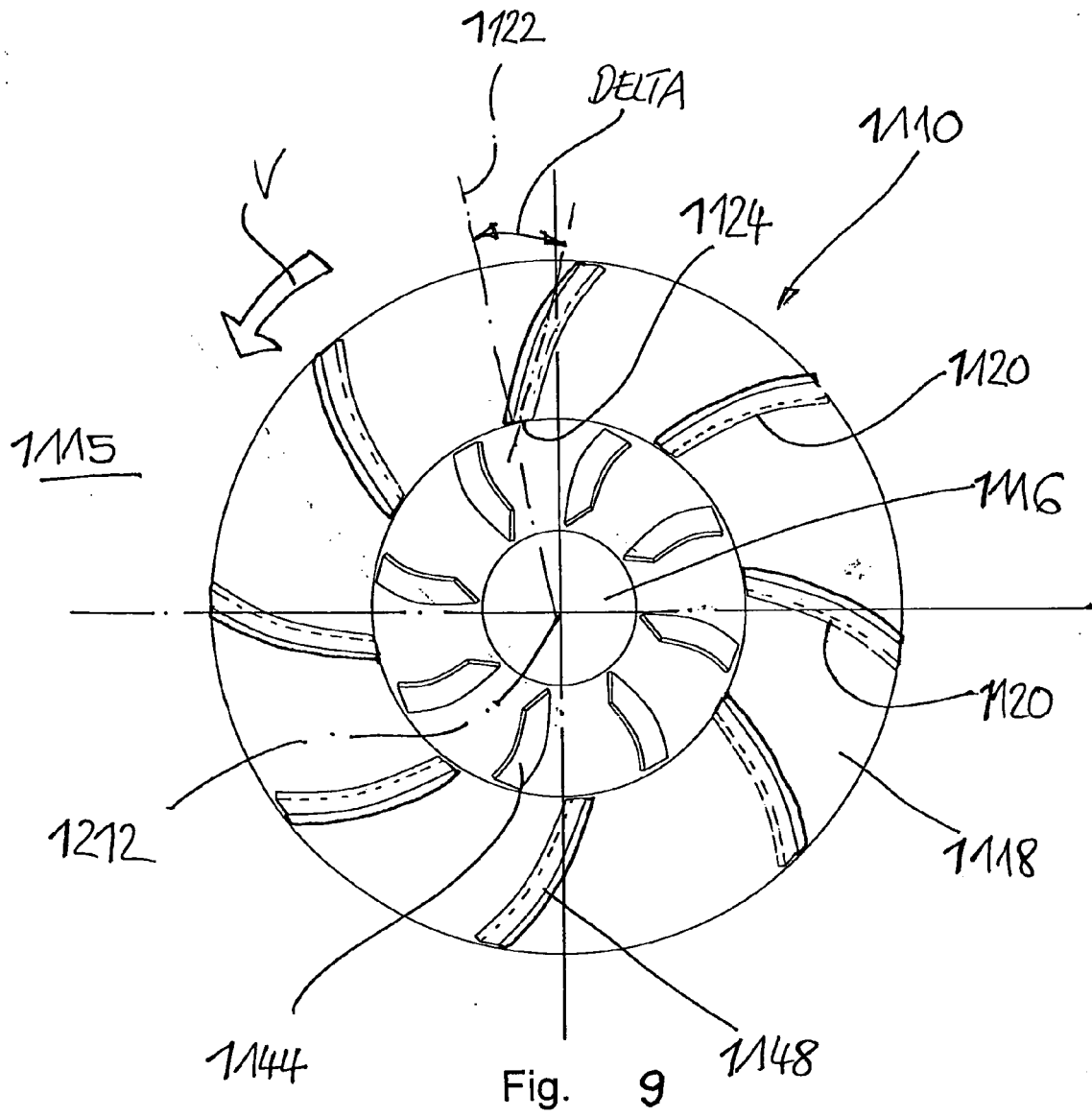


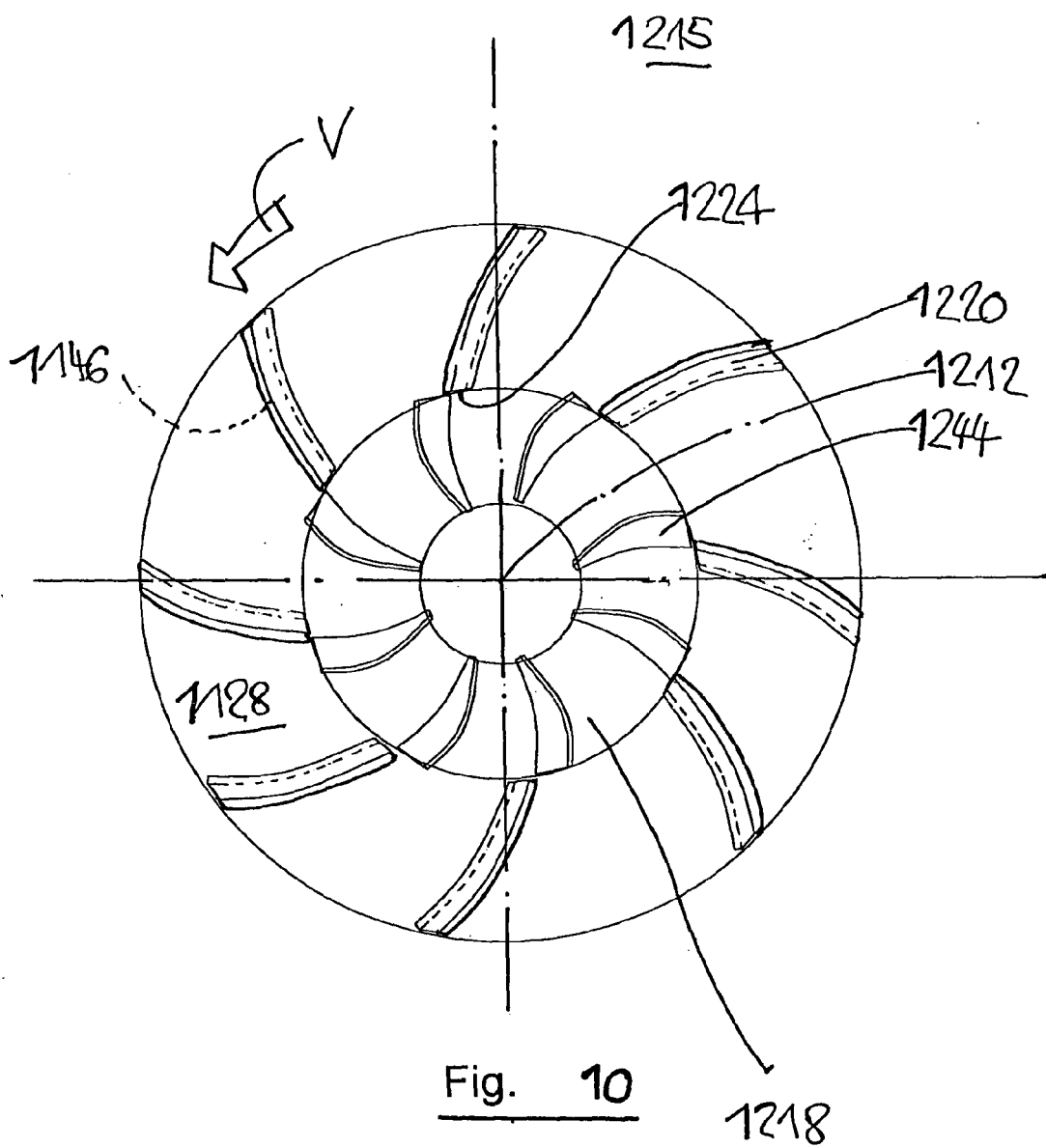
FIG. 6

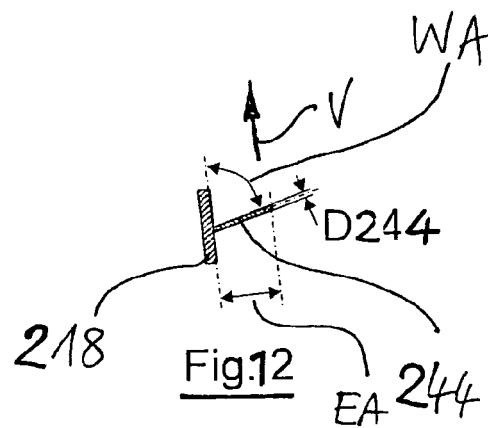
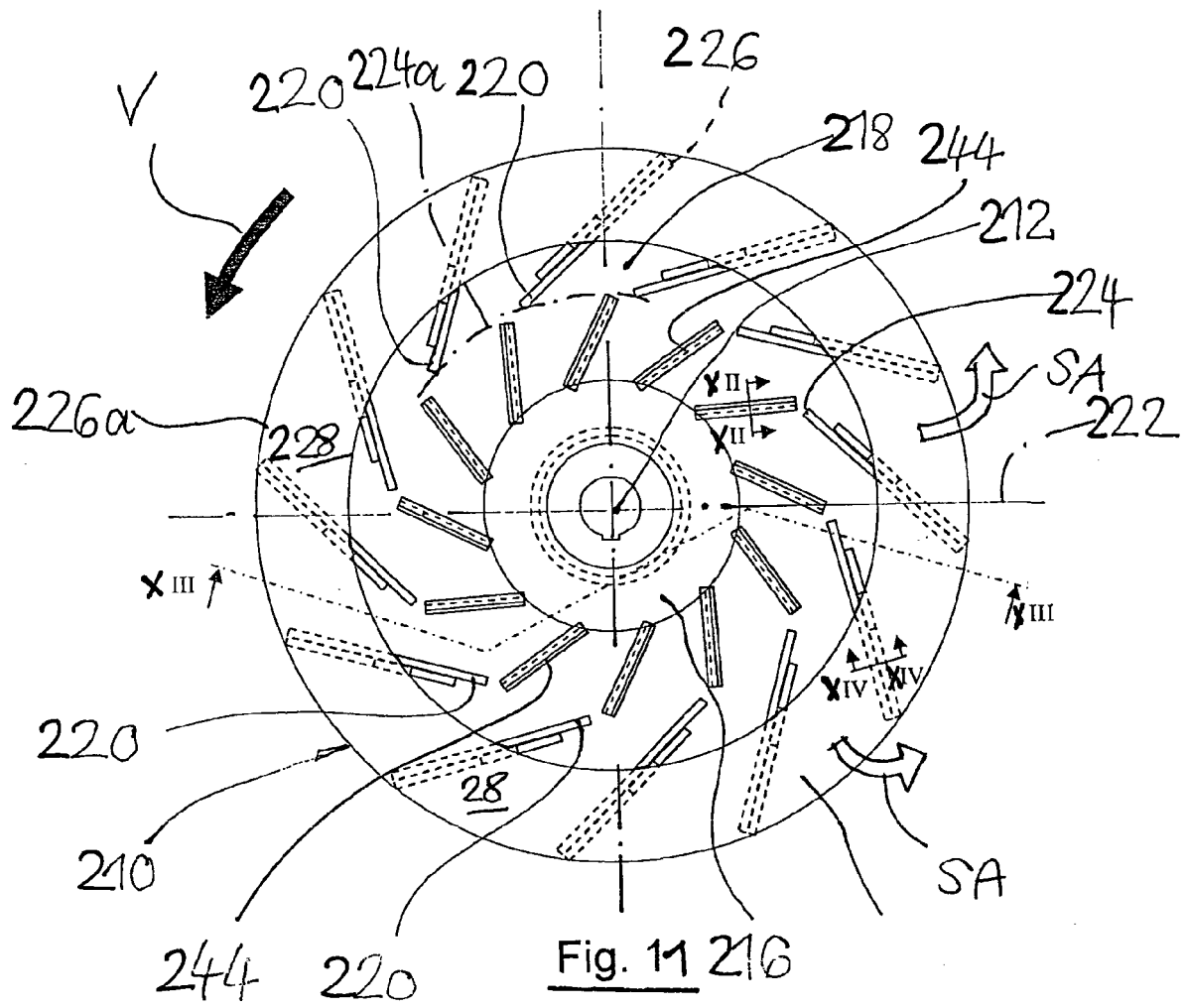


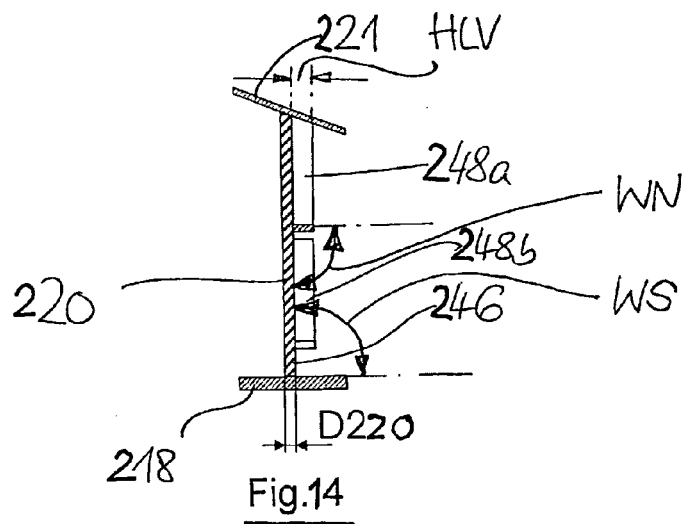
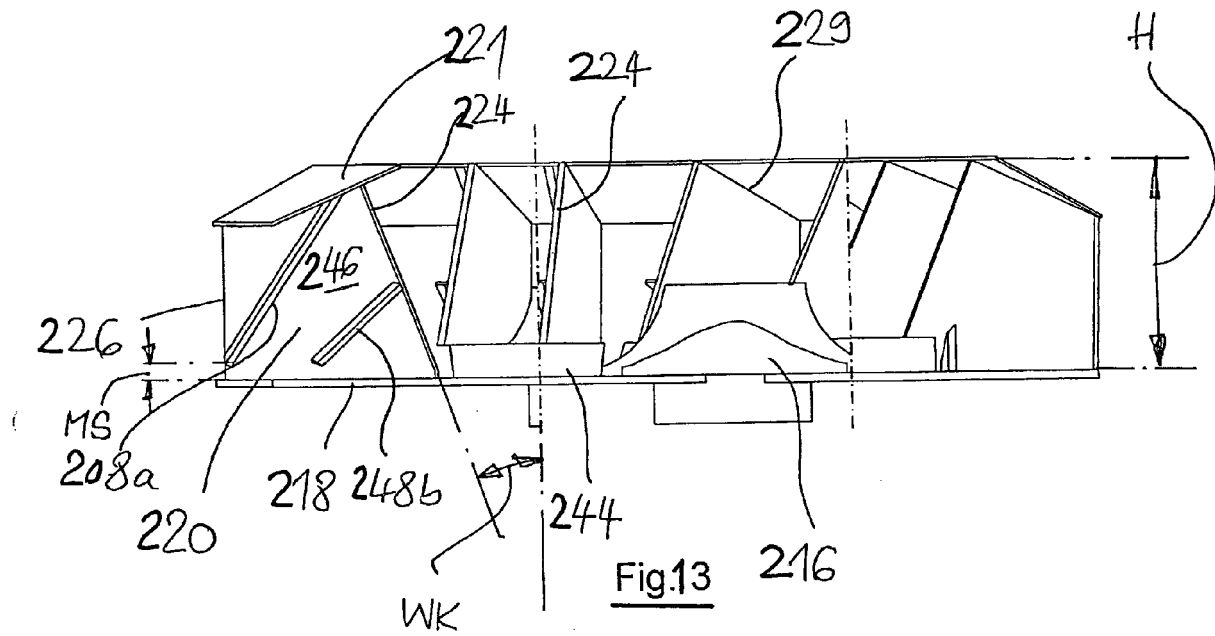












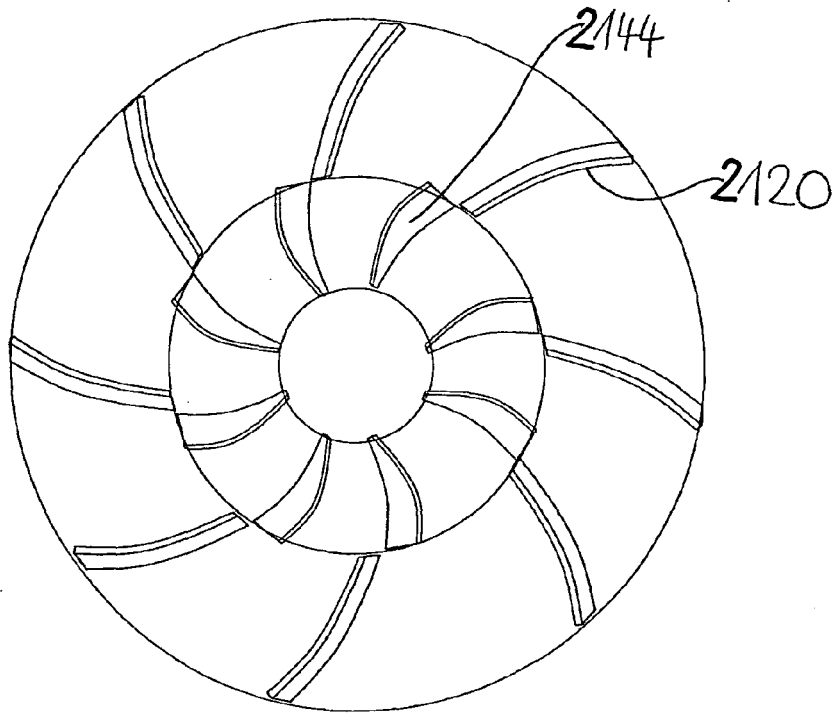


Fig.15

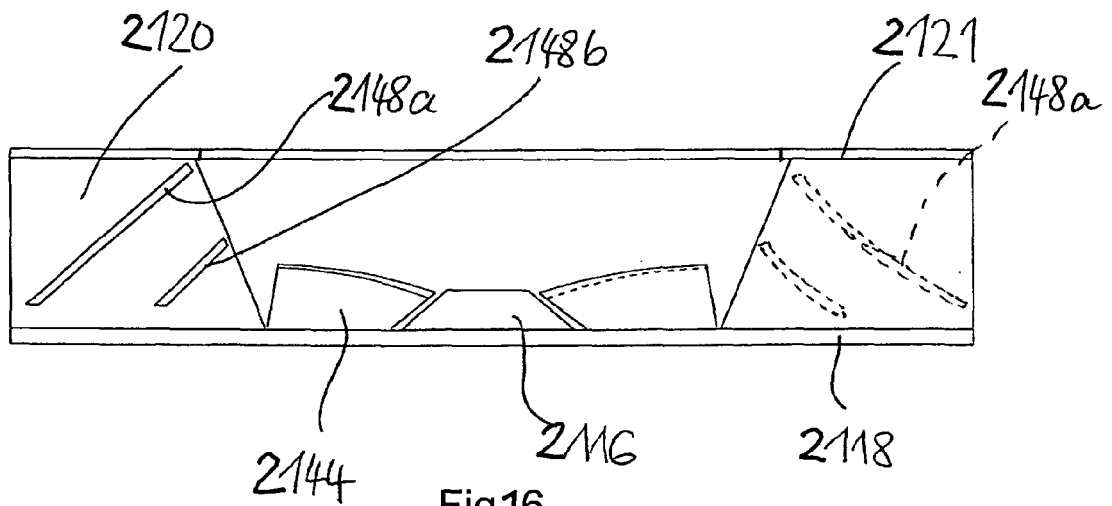
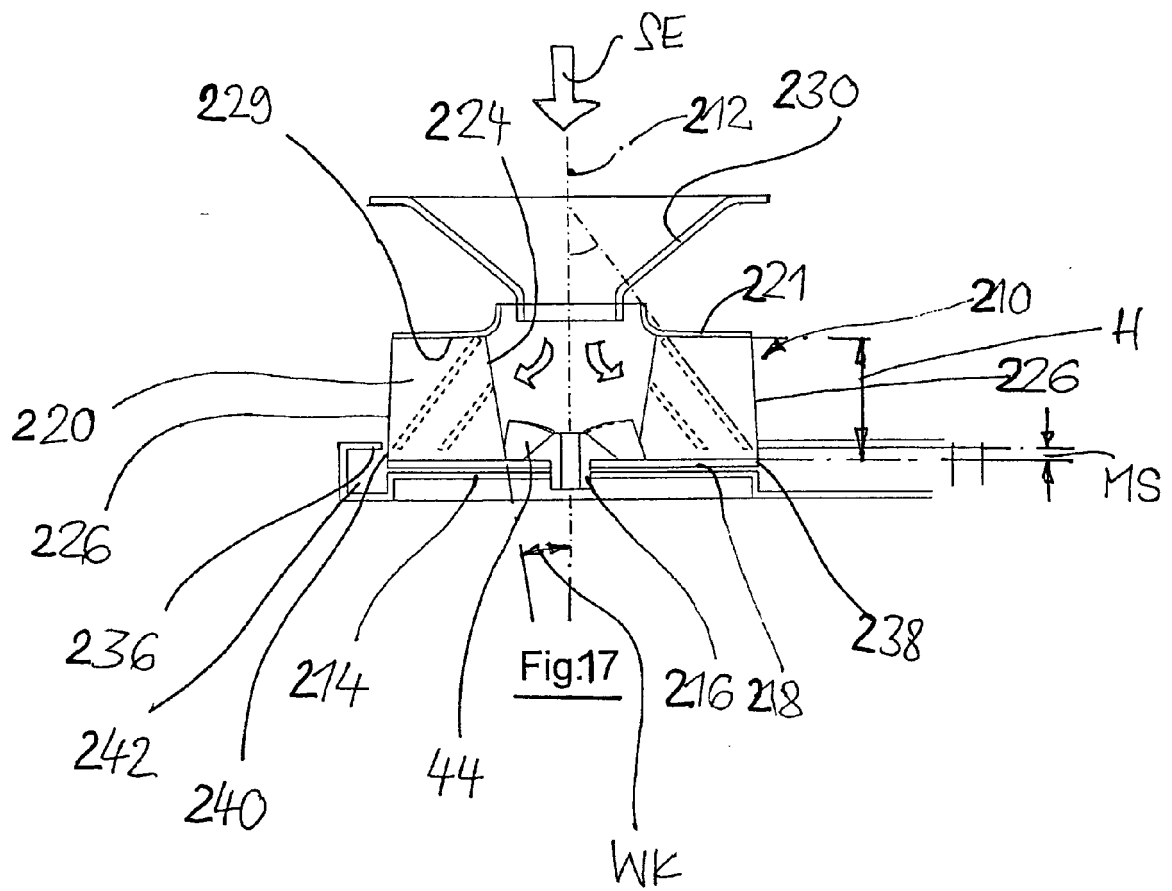
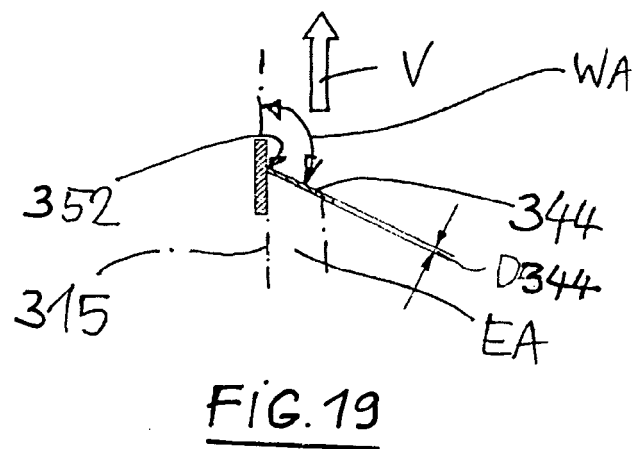
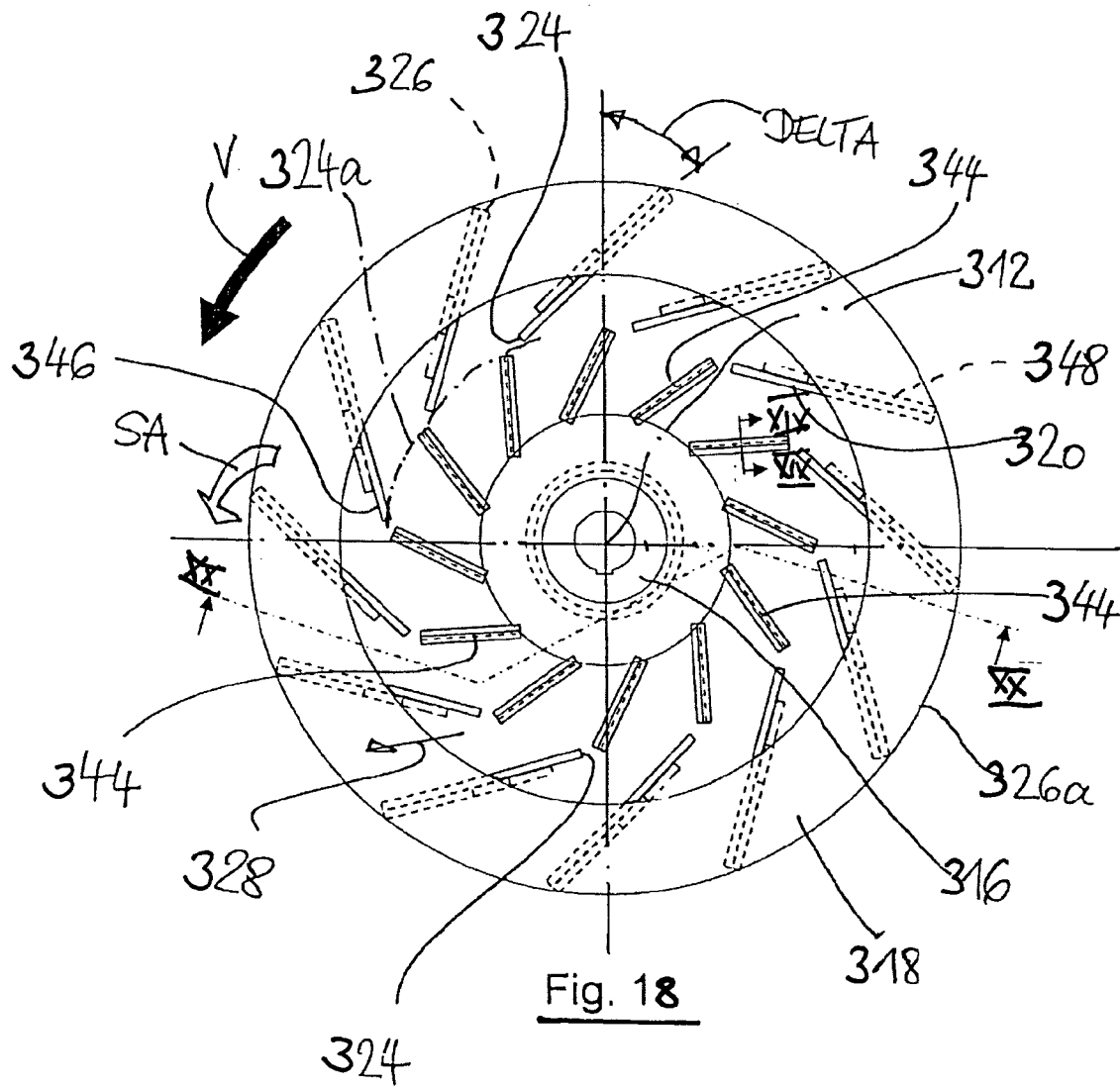
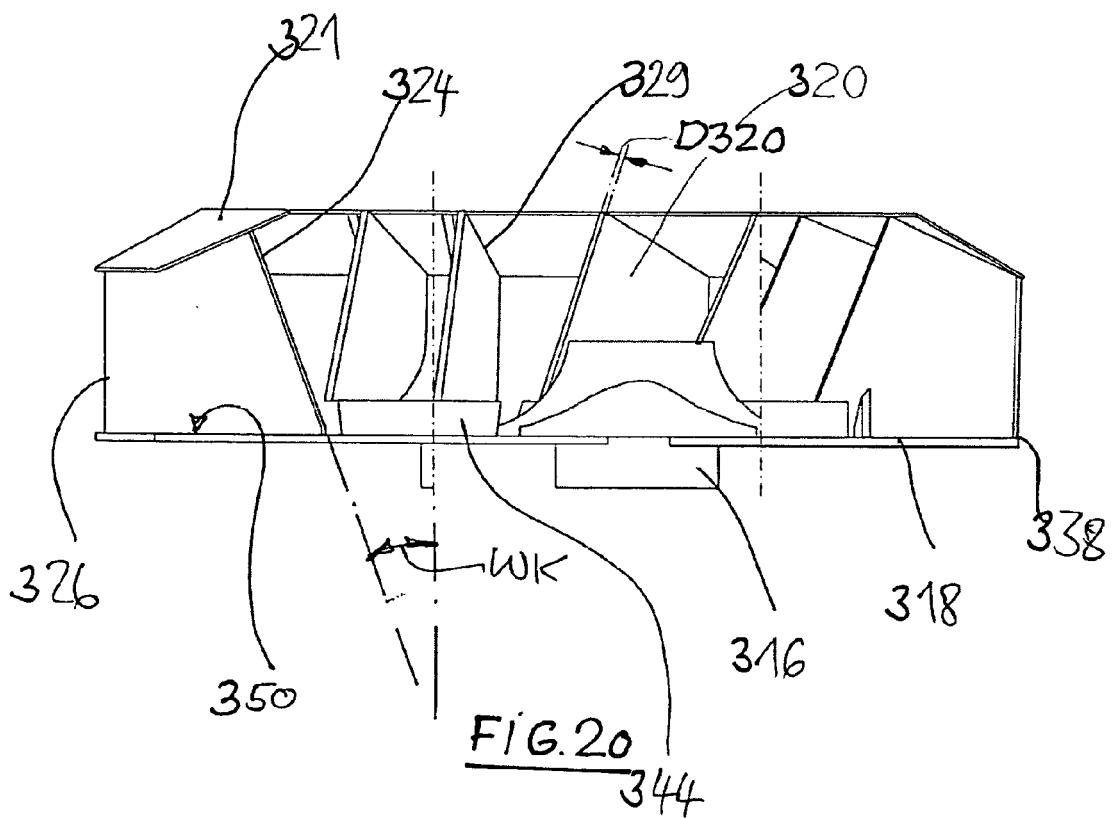
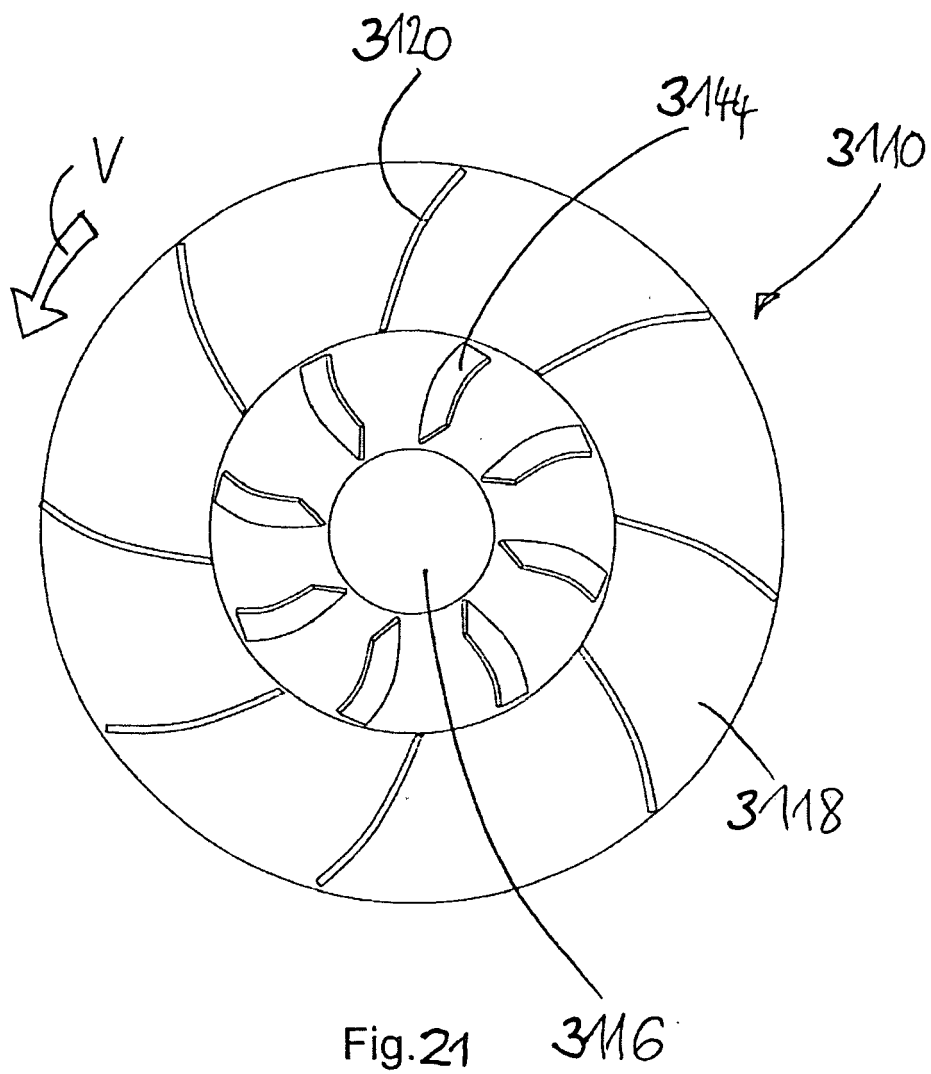


Fig.16











EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 01 2256

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 103 15 341 A1 (NEUBAUER KURT MKN MASCHF [DE]) 21. Oktober 2004 (2004-10-21) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Absätze [0026] - [0030] * -----	1-17	INV. F04D29/28 F04D29/52 F04D29/54
A,D	WO 2004/020837 A (RATIONAL AG [DE]; JUNKER ELMAR [DE]; SCHREINER THOMAS [DE]; MAAS BRUNO) 11. März 2004 (2004-03-11) * das ganze Dokument * -----	1	
A	DE 607 157 C (SCHIELE & CO G M B H G) 18. Dezember 1934 (1934-12-18) * das ganze Dokument * -----	1	
A	EP 0 615 069 A (RATIONAL GMBH [DE]) 14. September 1994 (1994-09-14) * das ganze Dokument * -----	1	
A	DE 941 932 C (BUETTNER WERKE AG) 19. April 1956 (1956-04-19) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		10. März 2009	Giorgini, Gabriele
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 2256

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10315341 A1	21-10-2004	KEINE	
WO 2004020837 A	11-03-2004	DE 10239246 C1	21-08-2003
		EP 1530682 A1	18-05-2005
		JP 2005536683 T	02-12-2005
		US 2006165528 A1	27-07-2006
DE 607157 C	18-12-1934	KEINE	
EP 0615069 A	14-09-1994	AT 153107 T	15-05-1997
		DE 4307405 C1	17-11-1994
		ES 2103507 T3	16-09-1997
		GR 3023731 T3	30-09-1997
		JP 6299992 A	25-10-1994
DE 941932 C	19-04-1956	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1530682 B1 [0007]
- EP 07003876 A [0007]
- EP 08151624 A [0007]
- EP 07003877 A [0007]