



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(51) Int Cl.:
F04D 29/54^(2006.01) F04D 29/66^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08006197.1**

(22) Anmeldetag: **29.03.2008**

(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

(72) Erfinder:
 • **Bischof, Gerd**
74372 Sersheim (DE)
 • **Haas, Augustin**
71735 Eberdingen (DE)

(30) Priorität: **01.06.2007 DE 102007025696**

(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker**
Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **EVG Lufttechnik GmbH**
71735 Eberdingen-Hochdorf (DE)

(54) **Axiallüfter mit nachgeschaltetem Leitapparat**

(57) Es wird ein Leitapparat für einen Axiallüfter (19) vorgeschlagen, bei dem eine Eintrittskante (11) der Leit-

schaufeln (5) gekrümmt ausgebildet ist. Dadurch ergeben sich Vorteile hinsichtlich des Wirkungsgrads, aber auch bezüglich der Geräuschemissionen.

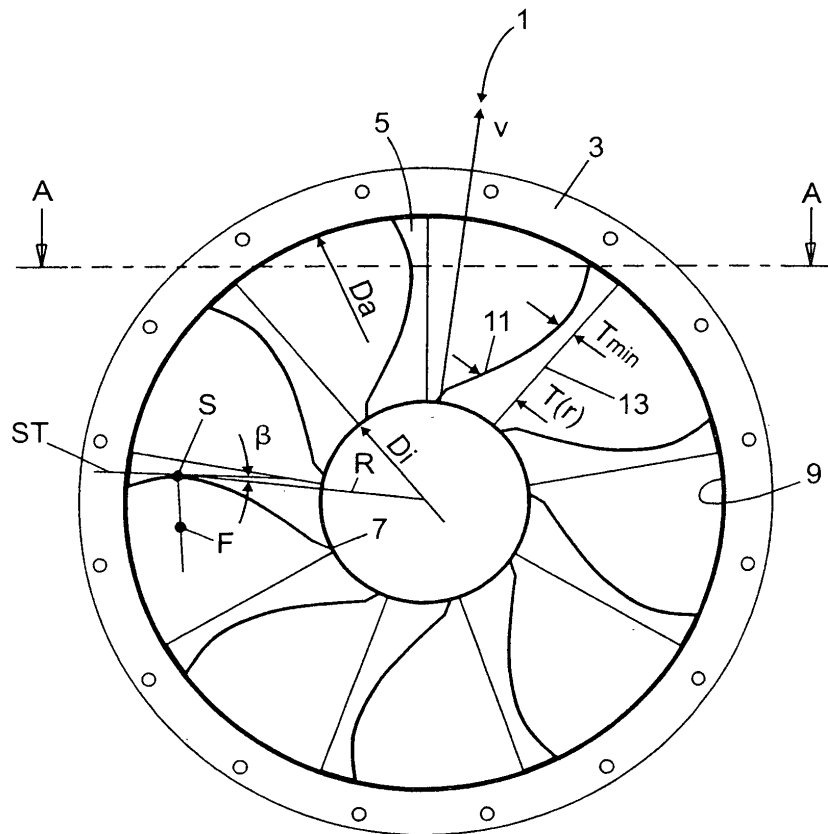


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Axiallüfter mit nachgeschaltetem Leitapparat. Axiallüfter werden in vielen industriellen Anwendungen, wie beispielsweise der Ziegelindustrie und der Automobilindustrie, erfolgreich eingesetzt. Um den Wirkungsgrad der Axiallüfter zu verbessern, ist es bekannt in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Lüfterrad einen Leitapparat anzuordnen. Der Leitapparat dient dazu, den vom Lüfterrad erzeugten Drall aus der geförderten Luft zu nehmen.

[0002] Herkömmliche Leitapparate weisen einfach gekrümmte Leitschaufeln auf, die häufig aus einem aus einem rechteckigen oder trapezförmigen Blechzuschnitt geformt werden. Trotz des nachgeschalteten Leitapparats sind der Wirkungsgrad und die Geräusentwicklung bei diesen Axiallüftern noch nicht optimal gestaltet.

[0003] Des Weiteren sind die herkömmlichen Leitapparate auf Nabenverhältnisse von größer 0,4 beschränkt. Bei kleineren Nabenverhältnissen steigt bei herkömmlichen Leitapparaten die Zahl der erforderlichen Leitschaufeln stark an, was die Baukosten erhöht und den Wirkungsgrad des Leitapparats verringert.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Leitapparat, einen Axiallüfter mit nachgeschaltetem Leitapparat und einen Drehlüfter, umfassend einen Axiallüfter und ein drehbares Gehäuse, bereitzustellen, deren Wirkungsgrad gegenüber herkömmlichen Leitapparaten und Lüftern deutlich verbessert ist, deren Geräuschemission verringert ist und die einen großen Einsatzbereich haben.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Leitapparat für einen Axiallüfter, wobei der Leitapparat mehrere im wesentlichen radial angeordnete Leitschaufeln umfasst, wobei der Leitapparat in Strömungsrichtung hinter einem Laufrad des Axiallüfters angeordnet ist, und wobei die Leitschaufeln eine Eintrittskante und eine Austrittskante aufweisen, dadurch gelöst, dass die Eintrittskanten der Leitschaufeln gekrümmt sind.

[0006] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Gestaltung der Leitschaufeln wird als Krümmung der Verlauf der Eintrittskante und nicht die zusätzlich vorhandene Krümmung der Leitschaufel in Richtung von der Eintrittskante zur Austrittskante verstanden. Anders ausgedrückt: Bei dem erfindungsgemäßen Axiallüfter wird eine Leitschaufel nicht aus einem rechteckigen oder trapezförmigen Blechzuschnitt hergestellt, sondern bei einem Blechzuschnitt für eine erfindungsgemäße Leitschaufel ist die Eintrittskante des Blechzuschnitts auch vor dem Biegen bereits gekrümmt.

[0007] Es hat sich weiter als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die Tiefe der Leitschaufeln über eine Länge der Leitschaufeln stetig ändert. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn eine Tiefe der Leitschaufeln in einem Bereich zwischen 50% und 80% der Länge der Leitschaufeln, bevorzugt in einem Bereich zwischen 60% und 80%, ein Minimum aufweist. Des Weiteren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Eintrittskante der Leitschaufeln konkav gekrümmt ist.

[0008] Diese Geometrien haben bei praktisch ausgeführten Prototypen zu einer Reduktion der Antriebsleistung bei konstanter Förderleistung des Axiallüfters um etwa ein Fünftel geführt.

[0009] Da selbstverständlich zwischen dem Axiallüfter und dem Leitapparat eine Wechselwirkung besteht, ist es nicht möglich, im Sinne einer einfachen Formel die Geometrie der Eintrittskante festzulegen. Es hat sich daher bislang als notwendig erwiesen, die optimale Form der Eintrittskante durch eine Kombination aus Simulationsrechnung und einer örtlich hoch aufgelösten Messung der tatsächlichen Strömungsverhältnisse im Übergangsbereich zwischen Axiallüfter und Leitapparat zu ermitteln.

[0010] In einer Ansicht von vorne kann die Eintrittskante der Leitschaufel in vielen Fällen durch ein Polynom, Kurve zweiter Ordnung, insbesondere eine Parabel, eine Hyperbel, eine Ellipse oder eine Kombination davon, beschrieben werden.

Bei vielen Anwendungen hat sich eine parabelförmige Eintrittskante als geeignet erwiesen. Dabei verläuft die Scheiteltangente der parabelförmigen Eintrittskante unter einem Winkel β zu einem Radius R auf einen Scheitel S der Parabel, wobei der Winkel β häufig in einem Bereich zwischen 0° und 10° liegt.

[0011] Wenn die Leitschaufel zylindrisch gebogen ist, dann ergibt sich der Verlauf der Eintrittskante aus der Schnittlinie zwischen dem genannten Zylinder und einer Fläche zweiter Ordnung, die im Querschnitt beispielsweise die Form einer Parabel, einer Hyperbel oder einer Ellipse hat.

[0012] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Leitapparats ist die durch seinen Einsatz reduzierte Geräuschemission des Axiallüfters erwiesen. Bei versuchsweise ausgeführten Anlagen konnte sogar auf die am Luftauslass vorgesehenen Endschalldämpfer verzichtet werden, was erstens den Gesamtwirkungsgrad der lufttechnischen Einrichtung verbessert und naturgemäß die Investitionskosten sowie den Bauraumbedarf verringert.

[0013] Da heutzutage Axiallüfter üblicherweise aus Stahlblech und als Schweißkonstruktion ausgeführt werden, sind die Kosten für das Herstellen der Blechzuschnitte für die erfindungsgemäßen Leitschaufeln aufgrund der heutigen Fertigungsmöglichkeiten, insbesondere durch Laserschneiden, nahezu identisch zu den Herstellungskosten einer herkömmlichen Leitschaufel.

[0014] Selbstverständlich ist ein erheblicher Entwicklungs- und Forschungsaufwand zur Ermittlung des optimalen Verlaufs der Eintrittskante erforderlich. Dieser Aufwand ist jedoch nur bei der Produktentwicklung erforderlich. Bei der Serienfertigung können diese Kosten naturgemäß auf die produzierten Axiallüfter bzw. die produzierten Leitapparate umgelegt werden.

[0015] Wegen des erheblichen Einsparpotentials von teilweise bis 20% bei der Antriebsleistung und der hohen Nutzungsdauern der industriell eingesetzten Axiallüfter amortisieren sich die Kosten für den erfindungsgemäßen Leitapparat häufig bereits nach kurzer Zeit. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Leitapparats ist darin zu sehen, dass, verglichen mit herkömmlichen Leitapparaten, die Zahl der Leitschaufeln verringert werden kann. Dadurch werden Produktionskosten eingespart und der Strömungswiderstand aufgrund der geringeren Zahl der Leitschaufeln reduziert.

[0016] Auch ist es mit dem erfindungsgemäßen Leitapparat möglich, Nabenverhältnisse bis zu 0,3 abzudecken, was mit herkömmlichen nachgeschalteten Leitapparaten nicht oder zumindest nicht mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand möglich ist.

[0017] Die erfindungsgemäßen Vorteile lassen sich auch realisieren durch einen Axiallüfter mit nachgeschaltetem Leitapparat, wobei der Leitapparat Leitschaufeln mit der erfindungsgemäß beanspruchten Geometrie aufweist.

[0018] Entsprechendes gilt für einen Drehlüfter umfassend einen Axiallüfter und ein drehbar gelagertes Gehäuse, wobei an dem Gehäuse mindestens eine Luftaustrittsöffnung vorgesehen ist, bei dem der Leitapparat die erfindungsgemäße Form der Leitschaufeln aufweist.

[0019] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar. Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Zeichnungen

[0020] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Ansicht von vorne auf ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Leitapparats;

Figur 2 das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 in verschiedenen Ansichten,

Figur 3 einen Drehlüfter mit Axiallüfter und erfindungsgemäßem Leitapparat in einer Seitenansicht und

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Axiallüfters.

Figur 4 ein Diagramm, welches die Druckerhöhung in Abhängigkeit der Durchflusszahl zeigt und

Figur 5 ein Diagramm, welches den Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Durchflusszahl zeigt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] Figur 1 zeigt eine Ansicht von vorne auf ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Leitapparats 1. Der Leitapparat 1 umfasst Befestigungsflansche 3, von denen in Figur 1 nur einer sichtbar ist, und mehrere Leitschaufeln 5, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine mit dem Bezugszeichen 5 versehen wurde. Die Leitschaufeln 5 erstrecken sich von einer Nabe 7 mit einem Durchmesser D_i bis zu den Flanschen 3 mit dem Durchmesser D_a . Die Nabe 7 ist bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel als Rohrabschnitt ausgebildet. Ebenso ist, wie sich aus Figuren 2b und c ergibt, zwischen den Flanschen 3 ein äußerer Rohrabschnitt 9 vorgesehen.

[0022] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist der Leitapparat 1 als Schweißkonstruktion ausgebildet. Dies bedeutet, dass die Leitschaufeln 5 an ihrem ersten Ende mit der Nabe 7 und an ihrem zweiten Ende mit dem Rohrabschnitt 9 verschweißt werden. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf Schweißkonstruktionen oder bestimmte Materialien beschränkt.

[0023] Die Leitschaufeln 5 weisen jede eine Eintrittskante 11 und eine Austrittskante 13 auf. Eine Längenkoordinate L beginnt an der Nabe 7 und endet am Rohrabschnitt 9. Die Längenkoordinate L verläuft in radialer Richtung und beginnt an einem Innendurchmesser D_i . Eine Tiefe T der Leitschaufeln 5 verläuft in tangentialer Richtung.

[0024] Bei der erfindungsgemäßen Geometrie der Leitschaufeln 5 ist die Eintrittskante 11 gekrümmt ausgeführt. Die Austrittskante 13 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 gerade. Dies bedeutet, dass eine Tiefe T (r) der Leitschaufeln 5 vom Radius R abhängt. Ausgehend von einer maximalen Tiefe an der Wurzel der Leitschaufel 5, dort wo sie mit der Nabe 7 verschweißt ist, nimmt die Tiefe T der Leitschaufel 5 stetig ab, bis eine minimale Tiefe T_{min} erreicht ist. Anschließend steigt die Tiefe T bis zur Spitze der Leitschaufel 5 wieder an, wo sie mit dem äußeren Rohrabschnitt 9 verschweißt ist.

[0025] Es hat sich bei ausgeführten Prototypen als vorteilhaft erwiesen, wenn die minimale Tiefe T_{min} der Leitschaufeln in einem Bereich zwischen 50% und 85% der Länge L der Leitschaufeln, besonders bevorzugt aber in einem Bereich zwischen 60% und 80%, der Länge der Leitschaufeln liegt. Dabei ist die Gesamtlänge L der Leitschaufeln 5 nach der

Formel

$$L = \frac{1}{2} \cdot (D_a - D_i)$$

zu berechnen.

[0026] Bei ausgeführten erfindungsgemäßen Nachleitapparaten haben sich folgende Werte für minimale Tiefe T_{\min} der Leitschaufeln 5 als optimal erwiesen:

Nabenverhältnis D_i/D_a	Minimale Leitschaufeltiefe T_{\min} in Prozent der Tiefe $T(D_i)$ am Innendurchmesser D_i
0,315	75%
0,35	70%
0,45	75%

[0027] Die konkrete Gestaltung der konkaven Krümmung der Eintrittskante 11 hängt naturgemäß von den Abmessungen des Leitapparats, der Beschauelung des nicht dargestellten Axiallüfters sowie der Lage des optimalen Wirkungsgrades in der Kennlinie ab. Auch können die stromabwärts gelegenen Bauteile, wie ein Diffusor oder ein Gehäuse eines Drehlüfters, Einfluss auf das Strömungsverhalten des erfindungsgemäßen Leitapparats 1 haben. Daher ist es nicht möglich, im Sinne einer einfachen Formel die Geometrie die Krümmung der Eintrittskante 11 der erfindungsgemäßen Leitschaufeln 5 anzugeben. Es ist vielmehr eine Kombination aus Messungen und Simulationsrechnungen erforderlich, um für konkrete Axiallüfter die optimale Gestaltung der Eintrittskante 11 zu ermitteln.

[0028] In guter Näherung kann der Verlauf des gekrümmten Teils der Eintrittskante 11 in der Ansicht von vorne (Figur 1) durch eine Parabel angenähert werden. Dabei liegt ein Scheitelpunkt S an dem Ort an dem die Tiefe T der Leitschaufel 5 minimal ist ($T_R = T_{\min}$). Eine Scheiteltangente ST der Parabel schließt mit einem Radius R des Scheitelpunkts S einen Winkel β ein. Dieser Winkel β kann von null verschieden sein. In manchen Anwendungen hat sich ein Winkel β zwischen 0° und 10° , besonders bevorzugt zwischen 4° und 7° , als vorteilhaft erwiesen. Ein Brennpunkt der Parabel ist mit dem Bezugszeichen F versehen worden.

[0029] In Figur 2a ist die Ansicht gemäß Figur 1 etwas verkleinert dargestellt. Auch wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Bezugszeichen übernommen.

[0030] Figur 2b zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie A-A durch den erfindungsgemäßen Leitapparat, während in der Figur 2c eine isometrische Darstellung des Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Leitapparats gezeigt ist. Die Strömungsrichtung ist durch mehrere Pfeile 15 angedeutet.

[0031] Aus der Figur 2b ist gut zu erkennen, dass die Leitschaufeln 5 im Bereich der Eintrittskante 11 einfach gekrümmt sind, wobei die Leitschaufeln 5 im Bereich der Austrittskante 5 parallel zur Längsachse des Leitapparats 1 verlaufen und somit die durch den Leitapparat strömende Luft oder das durch den Leitapparat 1 strömende gasförmige Medium nahezu drallfrei aus dem Leitapparat 1 ausströmt. Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Leitschaufeln 5 im Bereich der Eintrittskante 11 in Form eines Zylinders gekrümmt sind.

[0032] In Figur 3 ist eine Seitenansicht eines mit einem erfindungsgemäßen Leitapparat 1 ausgerüsteten Drehlüfters 17 dargestellt.

[0033] Die Strömungsrichtung der Luft ist wiederum durch Pfeile 15 angedeutet. Der Drehlüfter 17 umfasst einen Axiallüfter 19, einen erfindungsgemäßen Leitapparat 1 und ein Gehäuse 21. In dem Axiallüfter 19 ist ein Laufrad 23 angeordnet, das durch eine Antriebswelle 25 in Drehung versetzt wird. Der Axiallüfter 19 kann ein herkömmlicher Axiallüfter sein. Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein erfindungsgemäßer Leitapparat 1 mit Leitschaufeln 5 in dem Gehäuse 21 angeordnet und an ihm befestigt.

[0034] Das Gehäuse 21 des Drehlüfters ist kegelstumpfförmig ausgebildet und weist mehrere Leitbleche 27 auf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nicht alle Leitbleche mit Bezugszeichen versehen.

[0035] Die Leitbleche 27 bewirken, dass die von dem Axiallüfter 19 bzw. dessen Laufrad 23 geförderte Luft horizontal ausgeblasen wird. Das Gehäuse 21 ist in seinem in Figur 3 unteren Bereich drehbar gelagert und rotiert während des Betriebs langsam um seine Längsachse oder wird während des Betriebs langsam um seine Längsachse geschwenkt. Zusammen mit dem Gehäuse 21 drehen sich der Nachleitapparat 5 und das Gehäuse des Axiallüfters 19.

Das Lager ist in Figur 3 mit dem Bezugszeichen 29 versehen. Durch die Drehung des Gehäuses 21 ändert sich die Austrittsrichtung der Luft, fortwährend, so dass der gesamte Umgebungsbereich des Drehlüfters mit Trockenluft, wie sie beispielsweise bei der Ziegelherstellung erforderlich ist, versorgt wird.

[0036] Auch bei dem in Figur 3 dargestellten Anwendungsfall, bei dem der erfindungsgemäße Leitapparat 1 in einen

Drehlüfter 17 integriert wird, lassen sich die Vorteile des erfindungsgemäßen Leitapparats 1 erzielen, da die Luft nahezu drallfrei in das Gehäuse 21 einströmt. Infolgedessen werden alle Leitbleche 27 mit nahezu drallfreier Trockenluft angeströmt und es stellt sich über die gesamte Länge des Gehäuses 21 eine nahezu konstante Austrittsgeschwindigkeit der Luft aus den Austrittsöffnungen 27 ein. Dadurch wird ein sehr gleichmäßiges Trockenergebnis erzielt und außerdem kann die Leistung des Axiallüfters 19 deutlich reduziert werden. Wegen des verbesserten Trocknungsergebnisses aufgrund des erfindungsgemäßen Leitapparats 1 kann auch der Durchsatz durch die Trockeneinrichtung, in der die erfindungsgemäßen Drehlüfter 17 angeordnet sind, erhöht werden oder es kann mit geringerem Energieeinsatz die gleiche Trocknungsleistung erzielt werden.

[0037] In Figur 4 ist die Druckzahl ψ über der Durchflusszahl φ aufgetragen. Dabei bedeuten:

ψ_{tot} : Druckzahl total
 ψ_{fa} : Druckzahl frei ausblasend / statisch

[0038] Dabei ist die Kennlinie eines mit einem erfindungsgemäßen Nachleitapparat 1 ausgerüsteten Axiallüfters als durchgezogene Linie dargestellt, während die Kennlinie eines mit einem herkömmlichen Nachleitapparat 1 ausgerüsteten Axiallüfters als gestrichelt Linie dargestellt ist.

[0039] In Figur 5 ist der Wirkungsgrad η über der Durchflusszahl φ aufgetragen. Dabei bedeuten:

η_{tot} : Wirkungsgrad total
 η_{fa} : Wirkungsgrad frei ausblasend / statisch

[0040] Auch in Figur 5 ist die Kennlinie eines mit einem erfindungsgemäßen Nachleitapparat 1 ausgerüsteten Axiallüfters als durchgezogene Linie dargestellt, während die Kennlinie eines mit einem herkömmlichen Nachleitapparat 1 ausgerüsteten Axiallüfters als gestrichelt Linie dargestellt ist.

[0041] Die Druckzahl ψ_{tot} und der Wirkungsgrad η_{tot} sind auf die gesamte Rohraustrittsfläche bezogen und wurden mit einem druckseitigen Ausgleichsrohr mit einer Länge von 2 x Rohrdurchmesser ermittelt.

[0042] Die Durchflusszahl φ wurde nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\varphi = 4 \cdot V^{\circ} / (D^3 \cdot \Pi^2 \cdot n)$$

[0043] Die Druckzahl ψ wurde nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\psi = 2 \cdot \Delta p / (\rho \cdot D^2 \cdot \Pi^2 \cdot n^2)$$

[0044] Mit:

V° : Volumenstrom [m^3/s]
 Δp : Druckerhöhung [Pa]
 ρ : Dichte [kg/m^3]
 D : Schaufelraddurchmesser [m]
 n : Drehzahl [1/s]

[0045] Aus dem Vergleich der in Figur 4 und 5 dargestellten Kennlinien werden die wesentlichen Vorteile des erfindungsgemäßen Nachleitapparats 1 deutlich.

Patentansprüche

1. Leitapparat für einen Axiallüfter (19), wobei der Leitapparat (1) mehrere im wesentlichen radial angeordnete Leitschaufeln (5) umfasst, wobei der Leitapparat (1) in Strömungsrichtung hinter einem Laufrad (23) des Axiallüfters (19) angeordnet ist, wobei die Leitschaufeln (5) eine Eintrittskante (11) und eine Austrittskante (13) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittskanten (11) gekrümmt sind.

EP 1 998 052 A2

2. Leitapparat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich eine Tiefe (T) der Leitschaufeln (5) über eine Länge (L) der Leitschaufeln (5) stetig ändert.
- 5 3. Leitapparat nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tiefe (T) der Leitschaufeln (5) in einem Bereich zwischen 50% und 85% der Länge (L) der Leitschaufeln (t), besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 60% und 80%, ein Minimum (T_{\min}) aufweist.
- 10 4. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittskante (11) der Leitschaufeln (5) konkav gekrümmt ist.
- 15 5. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittskante (11) mindestens bereichsweise in einer Ansicht von vorne durch ein Polynom, Kurve zweiter Ordnung, insbesondere eine Parabel, eine Hyperbel und/oder eine Ellipse, angenähert werden kann.
- 20 6. Leitapparat nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Scheitelpunkt (S) des parabelförmigen Bereichs der Eintrittskante (11) eine Tiefe (T) der Leitschaufeln (5) minimal ist ($T = T_{\min}$).
- 25 7. Leitapparat nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Scheiteltangente (ST) und ein Radius (R) zum Scheitelpunkt (S) des parabelförmigen Bereichs der Eintrittskante (11) einen Winkel (β) zwischen 0° und 10° einschließen.
8. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahl der Leitschaufeln (5) in Abhängigkeit des Außendurchmessers (D_a) in einem Bereich liegt, der nach folgender Gleichung berechnet wird:

$$n_{\text{Leitschaufel}} = c \cdot D_a / L$$

Mit:

c: Konstante für den jeweiligen Laufradtyp

D_a : Außendurchmesser Leitapparat

L: Gesamtlänge Leitapparat

- 30 9. Axiallüfter mit einem nachgeschalteten Leitapparat (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitapparat ein Leitapparat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist.
- 40 10. Axiallüfter mit einem nachgeschalteten Leitapparat, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Axiallüfter (19) ein Nabenverhältnis (D_i/D_a) von 0,3 oder größer aufweist.
- 45 11. Drehlüfter umfassend einen Axiallüfter (19) und ein drehbar gelagertes Gehäuse (21), wobei an dem Gehäuse (21) mindestens eine Luftaustrittsöffnung (27) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Axiallüfter (19) ein Leitapparat (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 nachgeschaltet ist.
- 50 12. Drehlüfter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (21) kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
- 55

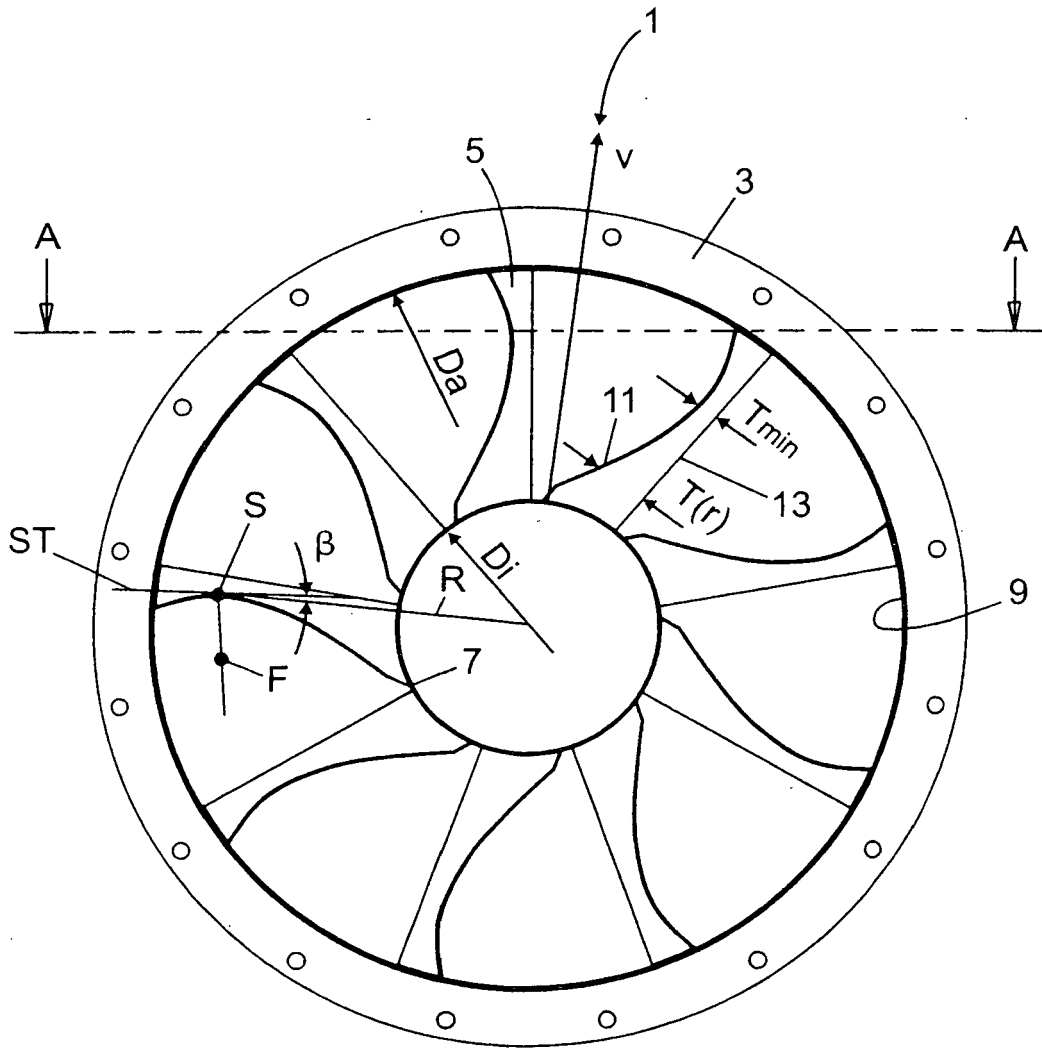
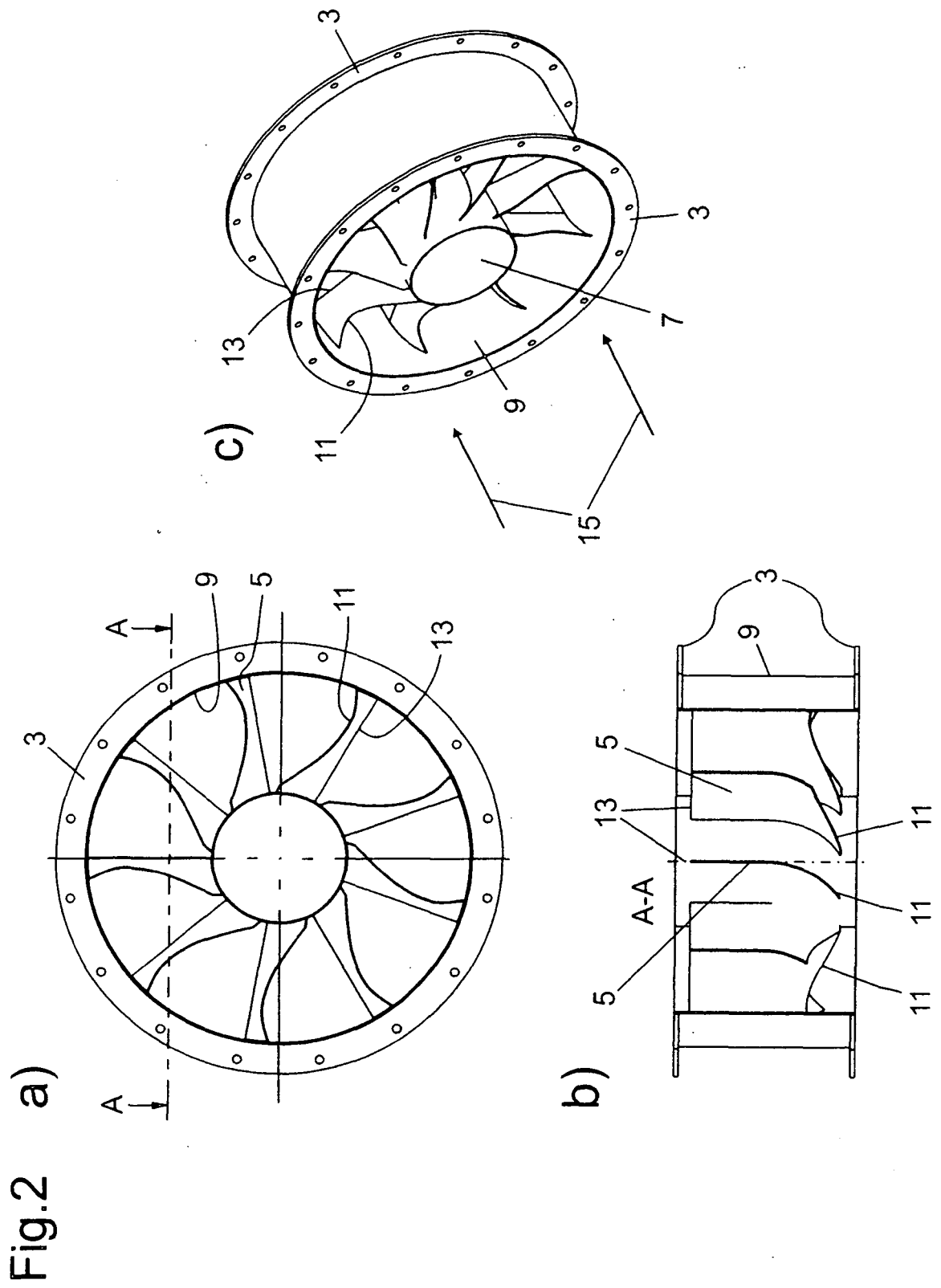


Fig. 1



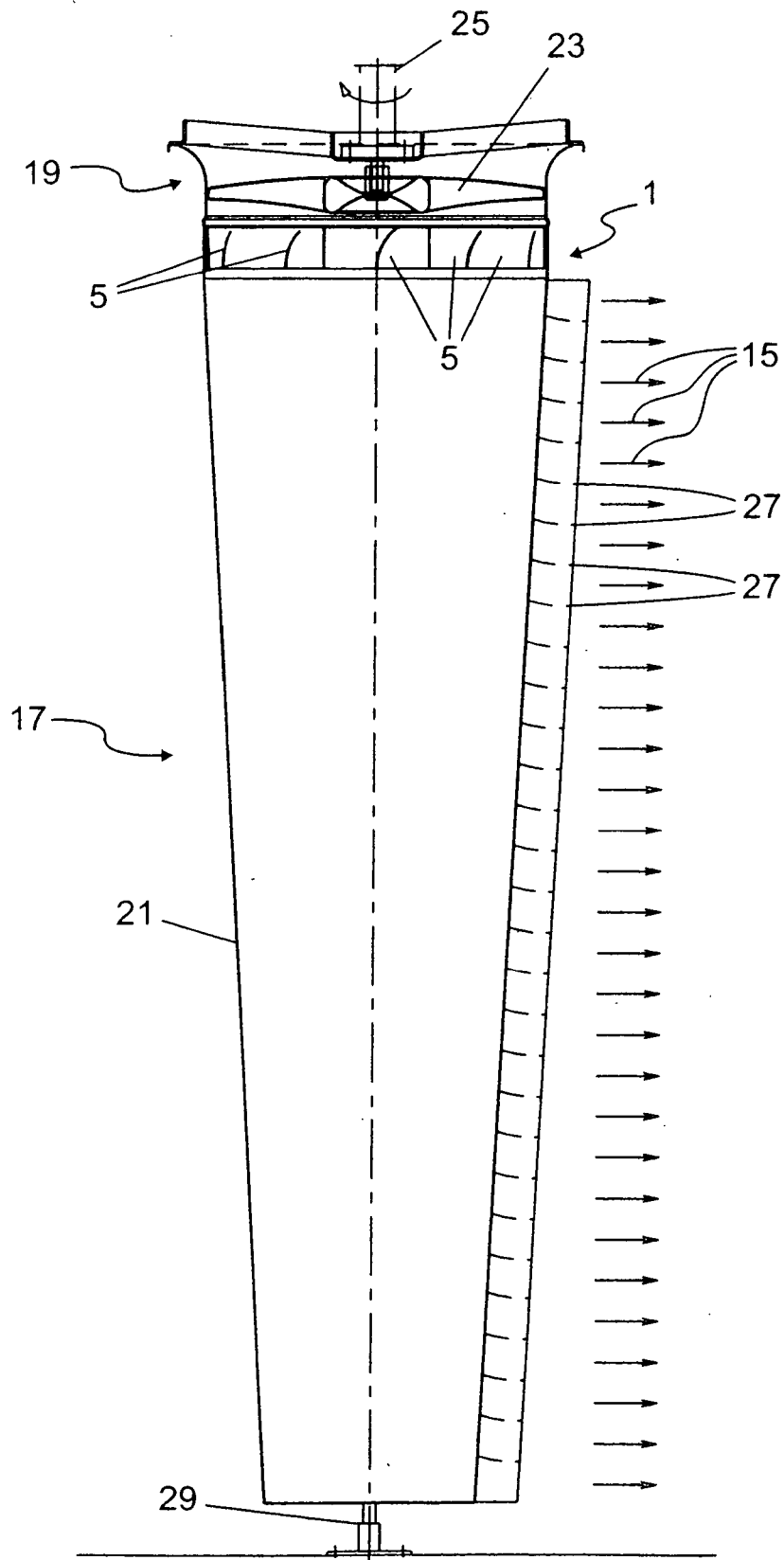


Fig. 3

Druckerhöhung

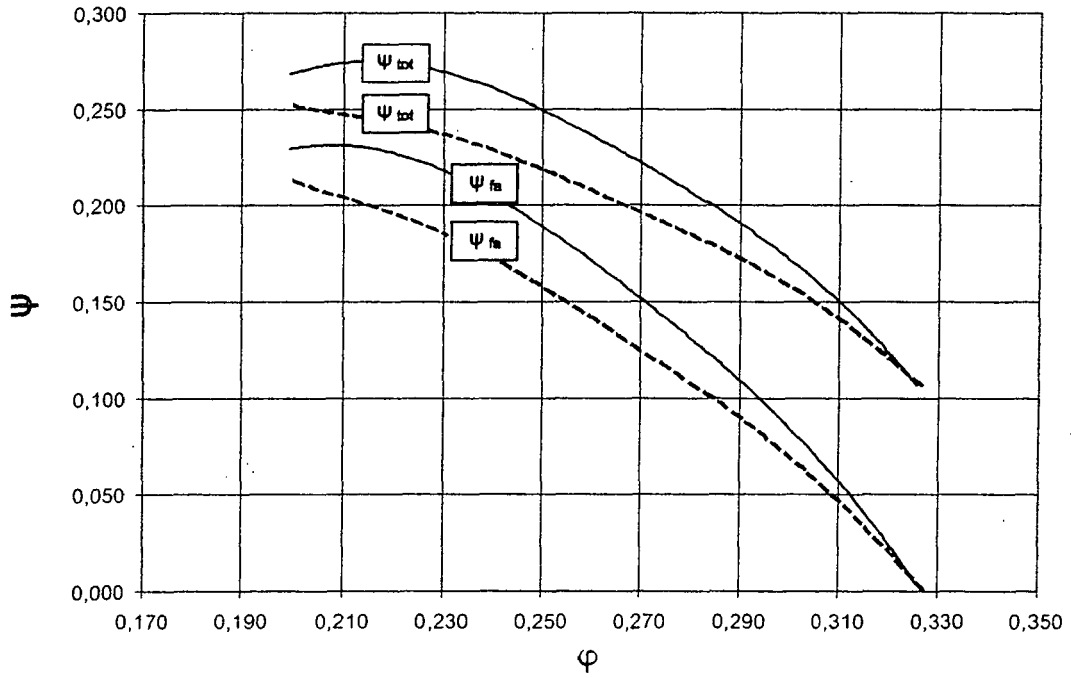


Fig.4

Wirkungsgrad

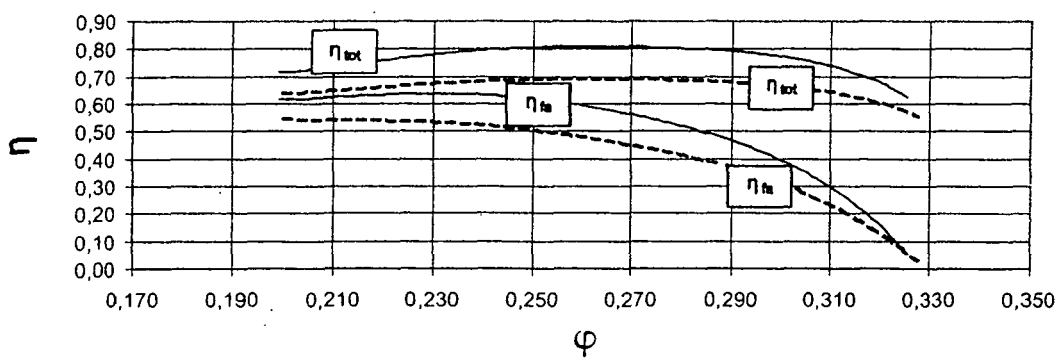


Fig.5