

(19)



(11)

EP 3 029 336 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
F04D 29/32 (2006.01) **F04D 29/38** (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15189976.2**

(22) Anmeldetag: **15.10.2015**

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

(30) Priorität: **03.12.2014 DE 102014117795**
20.01.2015 DE 102015100767

(71) Anmelder: **ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG**
74673 Mulfingen (DE)

(72) Erfinder:
• **GEBERT, Daniel**
74613 Öhringen (DE)
• **Gruber, Erhard**
74589 Satteldorf (DE)
• **HAAF, Oliver**
74635 Kupferzell (DE)
• **PISSARCZYK, Thorsten**
75050 Gemmingen (DE)

(74) Vertreter: **Peter, Julian**
Staeger & Sperling
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Sonnenstrasse 19
80331 München (DE)

(54) **SCHAUFEL EINES VENTILATORRADES, VENTILATORRAD UND AXIALVENTILATOR**

(57) Die Erfindung betrifft insbesondere ein Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln mit jeweils druckseitigen, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkanten und radialen Außenkanten aufweist, wobei ein Übergang von den radialen Außenkanten zu den Schaufelvorderkanten jeweils mit einem sich

in Umfangsrichtung erstreckenden Vorsprung gegenüber den angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkanten gebildet ist, wobei ein Übergang von dem radialen Außenrandabschnitt (7) zu einem radial weiter innen liegenden Bereich der jeweiligen Schaufel fließend ausgebildet ist.

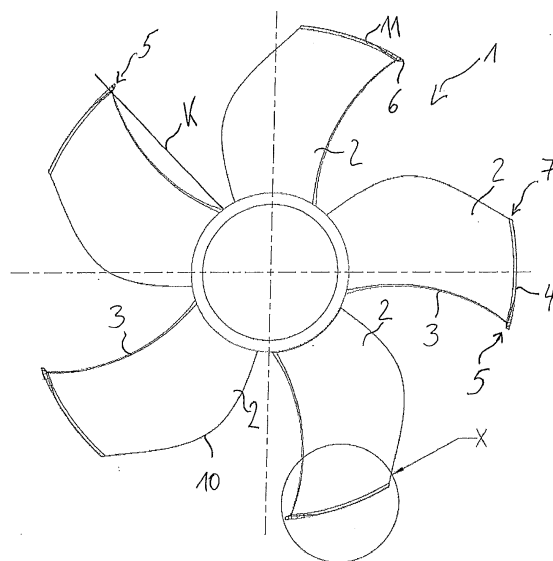


Fig. 1

EP 3 029 336 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaufel eines Ventilatorrades, ein Ventilatorrad eines Axialventilators sowie einen Axialventilator mit einem derartigen Ventilatorrad.

[0002] Bei Ventilatorrädern von Axialventilatoren, insbesondere bei Ausführungen mit Wandring liegt bekanntermaßen die Hauptgeräuschquelle im radialen Außenrandbereich der Schaufeln, da hier die Strömungsgeschwindigkeiten sehr hoch sind. Bei einer Ausführung mit Wandring ist zwischen den radialen Schaufelenden des Ventilatorrades und dem Wandring ein kleiner Spalt vorgesehen, in dessen Bereich es aufgrund hoher Turbulenzen ebenfalls leicht zu einer erhöhten Geräuschbildung kommt.

[0003] Ferner beeinflusst die Zuströmsituation der Luft die Geräuschentwicklung des Ventilatorrades im Betrieb. Insbesondere kurz vor dem Strömungsabriss können Störungen der Strömung zu hoher Turbulenz und einer Interaktion mit den Schaufelvorderkanten führen. Neben den unerwünschten Geräuschen wirken sich die Turbulenzen insbesondere im oberen Druckbereich auch negativ auf den Wirkungsgrad aus.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Schaufelkonstruktion, ein Ventilatorrad für einen Axialventilator und einen Axialventilator bereit zu stellen, die ein verbesserter Geräuschverhalten insbesondere im oberen Druckbereich bei gleichzeitig höherer Effizienz zeigen und gegenüber Fehlanströmungen unempfindlicher sind.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombinationen gemäß der Patentansprüche 1, 2 und 15 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird zur Lösung der Aufgabe zunächst eine Schaufel für ein Ventilatorrad vorgeschlagen, das eine druckseitige, sich radial auswärts erstreckende Schaufelvorderkante und eine radiale Außenkante aufweist, wobei ein Übergang von der radialen Außenkante zu der Schaufelvorderkante mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Vorsprung gegenüber der angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkante gebildet ist, so dass sich die Schaufelrandbreite in einem den Vorsprung aufweisenden radialen Außenrandabschnitt lokal begrenzt um den Vorsprung vergrößert, wobei ein Übergang von dem radialen Außenrandabschnitt zu einem radial weiter innen liegenden Bereich der jeweiligen Schaufel fließend ausgebildet ist.

[0007] Erfindungsgemäß wird zur Lösung der weiteren Aufgabe ein Ventilatorrad eines Axialventilators vorgeschlagen, das mehrere vorstehend beschriebene Schaufeln aufweist. Im Folgenden werden Weiterbildungen des Ventilatorrades beschrieben, die explizit auch für jede Ausbildung der Schaufeln allein, d.h. unabhängig von dem Ventilatorrad gelten, um eine Ausbildung gemäß Patentanspruch 1 weiterzubilden.

[0008] Der radiale Außenrandabschnitt ist definiert als radial im Außenbereich der jeweiligen Schaufel liegender

Abschnitt, in dessen Verlängerung in Umfangsrichtung der Vorsprung ausgebildet ist. In radialer Richtung wird der radiale Außenrandabschnitt außenseitig von der radialen Außenkante der jeweiligen Schaufel begrenzt. Die Schaufelrandbreite ist definiert als die Schaufelbreite in Umfangsrichtung an einem gedachten Rand, bevor in radialer Richtung gesehen der den Vorsprung aufweisende radiale Außenrandabschnitt beginnt. Die Schaufelvorderkanten erstrecken sich radial auswärts bis zum radialen Außenrandabschnitt bevor sie in den im radialen Außenrandabschnitt liegenden Vorsprung übergehen.

[0009] Durch die besondere geometrische Ausgestaltung des radialen Außenrandes der Schaufeln im Übergang zu der jeweiligen Schaufelvorderkante mit einem Vorsprung, verringert sich die Geräuschbildung im hohen Druckbereich, insbesondere auch im Spaltbereich bei einer Anwendung mit Ventilatorrad und feststehendem Wandring.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführung ist der Vorsprung an den einzelnen Schaufeln jeweils nasenförmig als Verlängerung des radialen Außenrandabschnitts ausgebildet und steht in die Drehrichtung der Schaufel gegenüber der jeweils angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden, druckseitigen Schaufelvorderkanten in Umfangsrichtung hervor. Dadurch ist der Vorsprung das den Lufteingriff und die Strömung zur Schaufel einleitende Element. Die Strömung entlang der Schaufel und insbesondere entlang des radialen Außenrandabschnitts wird maßgeblich von dem Vorsprung beeinflusst.

[0011] Bezüglich der Form des Vorsprungs ist weiter vorteilhaft, dass er im Querschnitt oval, weiter bevorzugt elliptisch ausgebildet ist. Der breitere Abschnitt des ovalen bzw. elliptischen Querschnitts weist dabei vorzugsweise in Richtung des Axialradmittelpunktes, d.h. entlang der Schaufelvorderkanten zur Mitte. Ferner ist in einer Ausführungsvariante vorgesehen, dass sich der Vorsprung in Umfangsrichtung gesehen verjüngt und im Wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist, so dass der Halbkugelkopf den vordersten Strömungseingriff der jeweiligen Schaufel gewährleistet.

[0012] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Vorsprung in Umfangsrichtung über eine Länge von 1 - 20%, insbesondere 1 - 10%, weiter bevorzugt 5 - 10% der Schaufelrandbreite von der angrenzenden Schaufelvorderkante hervorsteht. Die Schaufelrandbreite wird wie oben beschrieben am gedachten Rand zum radial äußeren, den Vorsprung aufweisenden Bereich gemessen. Die Länge des Vorsprungs kann dann in Abhängigkeit hierzu bestimmt werden. Es reicht mithin bereits eine geringe Länge des Vorsprungs in Umfangsrichtung relativ zur angrenzenden Schaufelrandbreite, um die vorteilhaften Effekte zu erzielen.

[0013] Neben der Verwendung des Vorsprungs werden die Geräuschbildung und Effizienzsteigerung ferner dadurch begünstigt, dass die Schaufeln in dem jeweiligen radialen Außenrandabschnitt in dem an die Schau-

felvorderkanten angrenzenden Vorderabschnitt mit einer Verdickung ausgebildet sind, d.h. in axialer Richtung dicker ausgebildet sind. Als Bezugsgröße zum Vergleich der Verdickung dient der Hinterabschnitt der Schaufeln, der an die Schaufelhinterkanten angrenzt und eine unveränderte Standarddicke aufweist. Es ist somit vorgesehen, dass die Schaufeln im Vorderabschnitt eine axiale Dicke aufweisen, die größer ist als eine axiale Dicke im an die Schaufelhinterkanten angrenzenden Hinterabschnitt. Der Übergang der Dickenänderung von Vorderabschnitt zu Hinterabschnitt ist dabei fließend.

[0014] Günstig ist ferner, wenn der radiale Außenrandabschnitt des Ventilatorrades in radialer Richtung eine Länge von 5%, weiter bevorzugt von 2,5 % des Radius des Ventilatorrades aufweist. Daraus ergibt sich, dass lediglich der radial äußerste Bereich der Schaufeln geometrisch mit der Verdickung und dem Vorsprung angepasst ist.

[0015] Die Erstreckung der Verdickung in Umfangsrichtung ist ebenfalls geometrisch definiert. Dabei ist vorteilhaft, wenn der axial aufgedickte Vorderabschnitt eine Breite in Umfangsrichtung aufweist, die 50%, weiter bevorzugt bis zu 70% der Schaufelrandbreite entspricht. Die Verdickung nimmt von dem Vorderabschnitt in Richtung Hinterabschnitt im Wesentlichen stetig ab. Der Hinterabschnitt selbst kann eben mit konstanter Dicke ausgebildet sein.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Ventilatorrad ist in einem weiteren Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass entlang der axialen Außenkante der jeweiligen Schaufel ein in axialer Richtung mit einem vorbestimmten Anstellwinkel gebogenes Winglet ausgebildet ist, dessen Verlauf in Umfangsrichtung in den Vorsprung übergeht. Die grundsätzliche Verwendung von Winglets an Schaufeln ist bekannt, jedoch wirkt erfindungsgemäß das Winglet durch eine einstückige Ausbildung mit dem Vorsprung und der Aufdickung zusammen und fördert die Geräuschreduzierung und Effizienzsteigerung.

[0017] In einer Weiterentwicklung ist der Anstellwinkel des Winglets gegenüber einer angrenzenden, durch die Schaufeloberfläche bestimmten Ebene im Vorderabschnitt beziehungsweise im Bereich des Vorsprungs geringer als in dem Hinterabschnitt. Dadurch wird die Strömung im druckseitigen radial äußeren Bereich der Schaufelvorderkante zunächst wesentlich durch die geometrische Anpassung mittels Vorsprung und Aufdickung, im in Strömungsrichtung nachfolgenden Bereich der Schaufeln zunehmend durch das Winglet beeinflusst.

[0018] Die Erfindung umfasst auch einen Axialventilator mit einem feststehenden Wandring, innerhalb dessen ein oben beschriebenes Ventilatorrad rotiert. Die erfindungsgemäßen Ausführungen des Ventilatorrades wirken sich besonders positiv bei einer Verwendung mit Wandring aus, da im Spaltbereich zwischen Wandring und Ventilatorrad besonders starke Turbulenzen auftreten.

[0019] Sämtliche dargelegten Merkmale der einzelnen

Ausführungsvarianten sind frei kombinierbar, soweit dies technisch möglich ist. Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Ventilatorrad,

10 Fig. 2 eine Detailansicht X aus Figur 1,

Fig. 3a-3g Schnittansichten des Ventilatorrades aus Figur 1,

15 Fig. 4 ein Diagramm zum Vergleich des erzeugten Druckunterschieds des erfindungsgemäßen Ventilatorrades gegenüber dem Stand der Technik,

20 Fig. 5 ein Diagramm zum Vergleich des Unterschieds des Schalleistungspegels des erfindungsgemäßen Ventilatorrades gegenüber dem Stand der Technik,

25 Fig. 6 einen Axialventilator mit Ventilatorrad und Wandring.

[0020] Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf ein Ventilatorrad 1 eines Axialventilators, das mehrere, sich von einem mittigen Nabenbereich radial auswärts erstreckende Schaufeln 2 mit jeweils druckseitigen, sich radial auswärts erstreckenden, geschwungen Schaufelvorderkanten 3 und Schaufelhinterkanten 10 sowie bogenförmigen radialen Außenkanten 4 aufweist. Jede der Schaufeln 2 ist identisch ausgebildet, so dass die Beschreibung für eine Schaufel identisch für alle übrigen gilt.

[0021] Der Übergang 5 von den radialen Außenkanten 4 zu den Schaufelvorderkanten 3 ist jeweils mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Vorsprung 6 gegenüber den angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkanten 3 gebildet. Der Vorsprung 5 steht dabei jeweils über eine gedachte Verbindungslinie K der äußersten radialen Randpunkte der geometrisch unveränderten Schaufelvorderkante 3 hervor.

40 **[0022]** Figur 2 zeigt eine Detailansicht X aus Figur 1. Im radial äußersten Bereich ist angrenzend zur radialen Außenkante 4 der Schaufel 2 der radiale Außenrandabschnitt 7 gekennzeichnet, in dessen Verlängerung in Umfangsrichtung der Vorsprung 6 ausgebildet ist. Die Schaufelrandbreite S_b wird definiert als die Schaufelbreite in Umfangsrichtung an einem gedachten Rand, bevor in radialer Richtung gesehen der den Vorsprung 6 aufweisende radiale Außenrandabschnitt 7 beginnt. Der radiale Außenrandabschnitt 7 weist dabei eine Länge L in radialer Richtung von 2,5 % des Radius des Ventilatorrades auf.

55 **[0023]** Die Schaufelvorderkanten 3 erstrecken sich radial auswärts bis zum radialen Außenrandabschnitt 7,

bevor sie in den im radialen Außenrandabschnitt 7 liegenden Vorsprung 6 übergehen. Durch den Vorsprung 6 wird die Schaufelrandbreite S_b in dem den Vorsprung 6 aufweisenden radialen Außenrandabschnitt 7 lokal begrenzt um den Vorsprung 6 erweitert, so dass der radiale Außenrandabschnitt 7 eine Breite S_b zuzüglich der Länge des Vorsprungs 6 aufweist. Die gegenüber der angrenzenden Schaufelvorderkante 3 überstehende Länge des Vorsprungs 6 in Umfangsrichtung entspricht in der gezeigten Ausführung in etwa 6,5% der Schaufelrandbreite S_b . Der Vorsprung 6 ist dabei als nasenförmige vorstehende Verlängerung des radialen Außenrandabschnitts 7 mit im Wesentlichen halbkugelförmigem Abschluss ausgebildet. In Umfangsrichtung sind in Figur 2 mehrere Schnitte A-A bis E-E eingezeichnet, die in den Figuren 3a - 3e wiedergegeben sind. Ferner ist ein in Figur 2 gekennzeichnete Schnitt in Umfangsrichtung G-G in Figur 3g dargestellt.

[0024] Die Schnitte der Figuren 3a - 3g lassen die geometrische Form der Schaufel 2 im radialen Außenrandabschnitt 7 erkennen. Der Vorsprung 6 weist gemäß Figur 3a einen elliptischen Querschnitt auf, der fließend in die Form der sich radial und in Umfangsrichtung anschließenden Schaufel 2 übergeht.

[0025] In einem an die Schaufelvorderkanten 3 angrenzenden Bereich ist ein Vorderabschnitt 8, in einem an die Schaufelhinterkanten 10 angrenzenden Bereich ein Hinterabschnitt 9 bestimmt. Die Bereiche 8, 9 gehen fließend ineinander über, jedoch ist die axiale Dicke D_1 im Vorderabschnitt 8 größer als die axiale Dicke D_2 im Hinterabschnitt 9. Beispielsweise ist dies in den Figuren 3c und 3f mit einem Dickenunterschied von über 20% wiedergegeben. Die Aufdickung erstreckt sich in Umfangsrichtung über eine Breite B_u von 70% der Schaufelrandbreite S_b gemessen von der vorderen Schaufelkante 3. Wie in Figur 3g dargestellt, erfolgt auch in radialer Richtung eine Aufdickung im Bereich des Vorsprungs 6 und dem angrenzenden Abschnitt.

[0026] Entlang der axialen Außenkante 4 der Schaufel 2 ist ein in axialer Richtung mit einem vorbestimmten Anstellwinkel gebogenes Winglet 11 einstückig an der Schaufel 2 ausgebildet, wie es beispielsweise in Figur 3f zu erkennen ist. Der Verlauf des Winglets 11 geht im Vorderabschnitt 8 in den Vorsprung 6 über. Der Anstellwinkel des Winglets 11 wird im Vorderabschnitt 8 und im Bereich des Vorsprungs 6 gegenüber dem Hinterabschnitt 9 reduziert.

[0027] Die Figuren 4 und 5 zeigen Diagramme zum Nachweis der verbesserten Geräuschentwicklung und gesteigerten Effizienz des Ventilatorrades 1 gegenüber einem Vergleichsventilatorrad des Stands der Technik ohne die erfindungsgemäßen Merkmale. Dabei ist in Figur 4 der Vergleich des erzeugten Druckunterschieds, in Figur 5 der Vergleich des Unterschieds des Schalleisungspegels des erfindungsgemäßen Ventilatorrades (Linie P) gegenüber dem Stand der Technik (Linie O) dargestellt. Es zeigt sich, dass mit der erfindungsgemäßen Ausführung der Schaufeln 2 ein gemäß Figur 4

gleichmäßiger Druckverlauf erreichbar ist, der sich gemäß Figur 5 in einem reduzierten Schallpegel wieder spiegelt.

[0028] Figur 6 zeigt beispielhaft die Anwendung des Ventilatorrades 1 aus Figur 1 mit einem Wandring 20, wobei zwischen Wandring 20 und Ventilatorrad 1 ein Umfangsspalt 21 verbleibt, der besonders zur erhöhten Geräuschbildung beiträgt. Diese wird jedoch mit Verwendung des Ventilatorrad 1 aus Figur 1 in der in Figur 4 und 5 gezeigten Weise entsprechend reduziert.

[0029] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Beispielsweise kann die Form der Schaufeln variabel gestaltet werden. Die vorstehend gewählten Ausrichtungen, wie z.B. "in Umfangsrichtung", sind dann entsprechend auf die Form der Schaufeln zu übertragen. Bei geraden radialen Außenkanten der Schaufeln ergäbe sich in dem beispielhaft genannten Fall eine Erstreckung nicht "in Umfangsrichtung", sondern "in Richtung der radialen Schaufelaußenkante". Die erfindungsgemäße Lösung bleibt jedoch unverändert.

Patentansprüche

1. Schaufel eines Ventilatorrades mit druckseitiger, sich radial auswärts erstreckender Schaufelvorderkante (3) und radialer Außenkante (4), wobei ein Übergang (5) von der radialen Außenkante (4) zu der Schaufelvorderkante (3) mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Vorsprung (6) gegenüber der angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkante (3) gebildet ist, so dass sich eine Schaufelrandbreite (S_b) in einem den Vorsprung (6) aufweisenden radialen Außenrandabschnitt (7) lokal begrenzt um den Vorsprung (6) vergrößert, wobei ein Übergang von dem radialen Außenrandabschnitt (7) zu einem radial weiter innen liegenden Bereich der jeweiligen Schaufel fließend ausgebildet ist.
2. Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln (2) mit jeweils druckseitigen, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkanten (3) und radialen Außenkanten (4) aufweist, wobei ein Übergang (5) von den radialen Außenkanten (4) zu den Schaufelvorderkanten (3) jeweils mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Vorsprung (6) gegenüber den angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden Schaufelvorderkanten (3) gebildet ist, so dass sich eine Schaufelrandbreite (S_b) in einem den Vorsprung (6) aufweisenden radialen Außenrandabschnitt (7) jeweils lokal begrenzt um den Vorsprung (6) vergrößert.

3. Ventilatorrad nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) jeweils nasenförmig als Verlängerung des radialen Außenrandabschnitts (7) ausgebildet ist und gegenüber der jeweils angrenzenden, sich radial auswärts erstreckenden, druckseitigen Schaufelvorderkante (3) in Umfangsrichtung hervorsticht. 5
4. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) in Umfangsrichtung über eine Länge von 1 - 20%, insbesondere 1 - 10%, der Schaufelrandbreite (Sb) von der angrenzenden Schaufelvorderkante (3) hervorsteht. 10
5. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige radiale Außenrandabschnitt (7) der Schaufeln (2) an die jeweilige radiale Außenkante (4) angrenzt und die Schaufeln (2) in dem jeweiligen radialen Außenrandabschnitt (7) in einem an die Schaufelvorderkanten (3) angrenzenden Vorderabschnitt (8) eine axiale Dicke (D1) aufweisen, die größer ist als eine axiale Dicke (D2) in einem an Schaufelhinterkanten (10) angrenzenden Hinterabschnitt (9). 20 25
6. Ventilatorrad nach dem vorigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Außenrandabschnitt (7) eine Länge (L) in radialer Richtung von 5%, insbesondere 2,5 % eines Ventilatorradradius aufweist. 30
7. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 5 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorderabschnitt (8) mit gegenüber dem Hinterabschnitt (9) vergrößerter axialer Dicke (D1) jeweils eine Breite (Bu) in Umfangsrichtung aufweist, die 50 - 70% der Schaufelrandbreite (Sb) entspricht. 35
8. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 5 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang der axialen Dicke (D1) von dem Vorderabschnitt (8) zu dem Hinterabschnitt (9) fließend ausgebildet ist. 40
9. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) im Querschnitt oval ausgebildet ist. 45
10. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) im Querschnitt elliptisch ausgebildet ist. 50
11. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) sich in Umfangsrichtung gesehen verjüngt und im Wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist. 55
12. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 2 - 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der axialen Außenkante (4) der jeweiligen Schaufel (2) ein in axialer Richtung mit einem vorbestimmten Anstellwinkel gebogenes Winglet (11) ausgebildet ist, dessen Verlauf in den Vorsprung (6) übergeht.
13. Ventilatorrad nach dem vorigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anstellwinkel im Vorderabschnitt (8) und/oder im Bereich des Vorsprungs (6) geringer ist als in dem Hinterabschnitt (9).
14. Axialventilator mit einem feststehenden Wandring (20) und einem innerhalb des Wandrings (20) rotierbaren Ventilatorrad (1) gemäß einem der vorigen Ansprüche 2 bis 13.

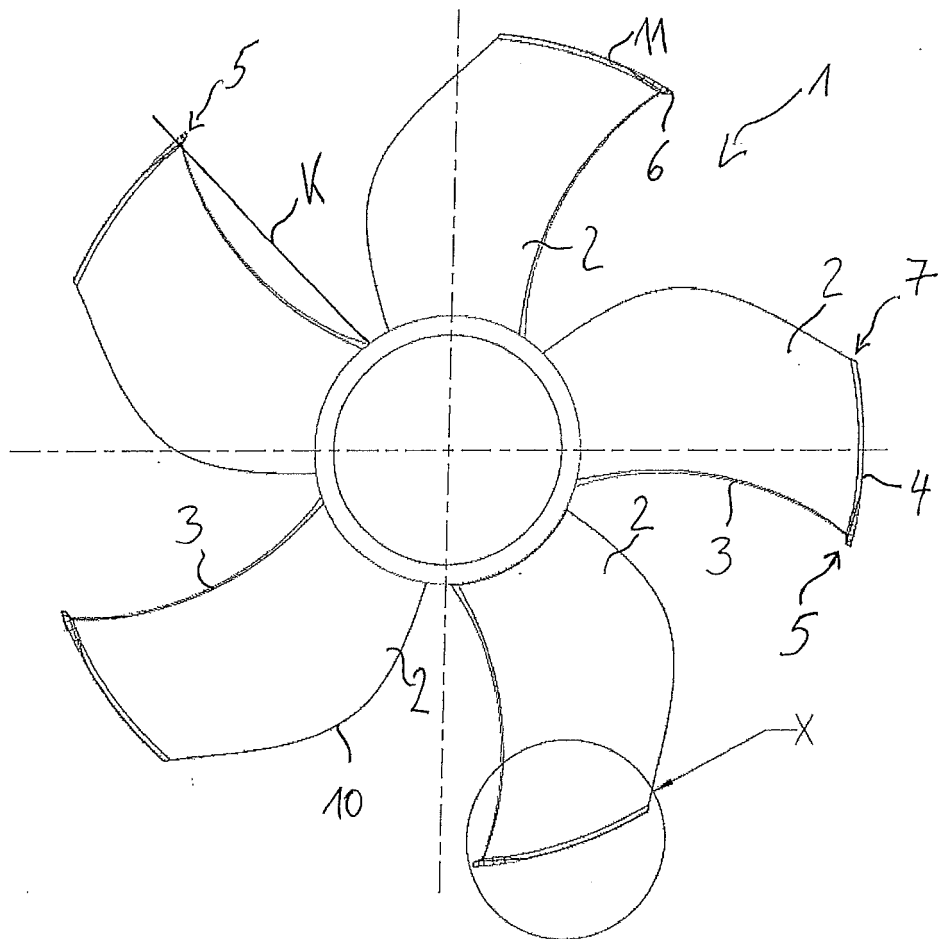


Fig. 1

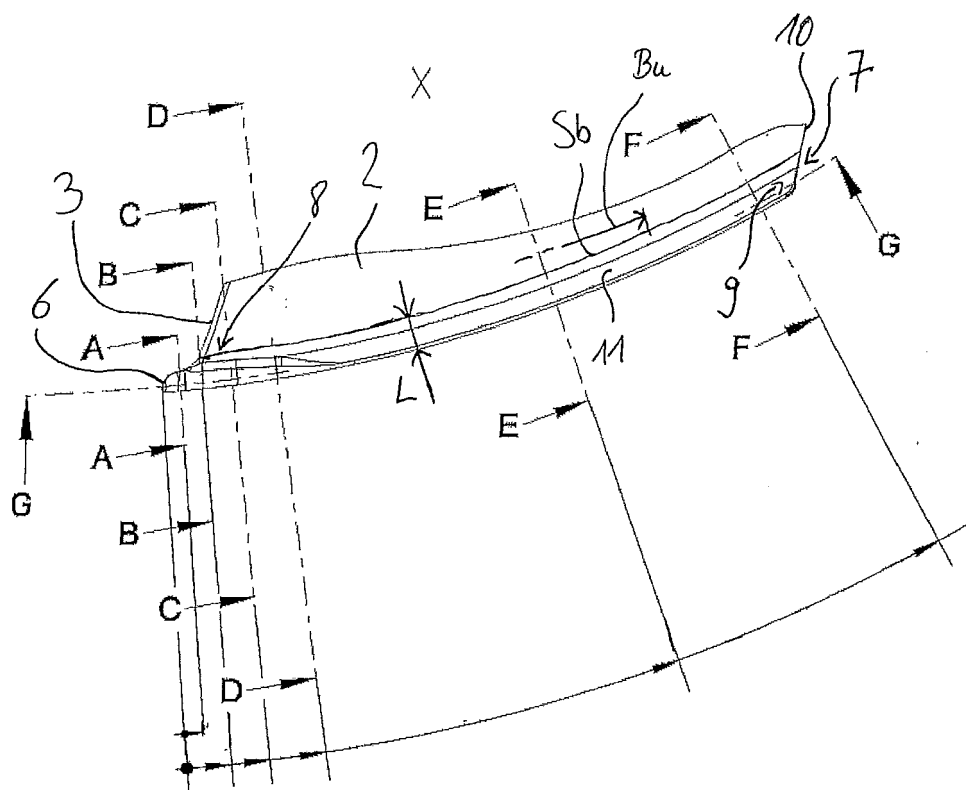


Fig. 2

A-A

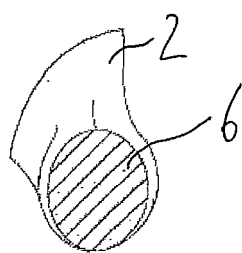


Fig. 3a

B-B

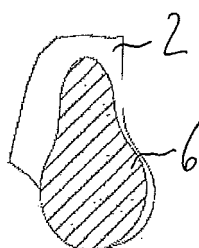


Fig. 3b

C-C

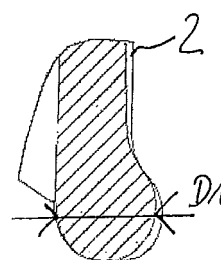


Fig. 3c

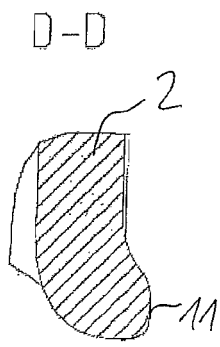


Fig. 3d

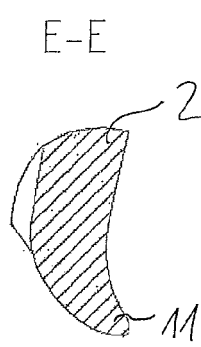


Fig. 3e

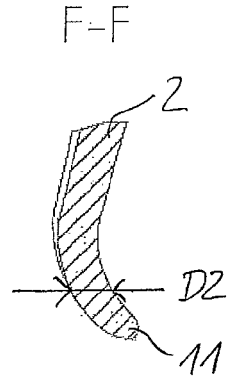


Fig. 3f

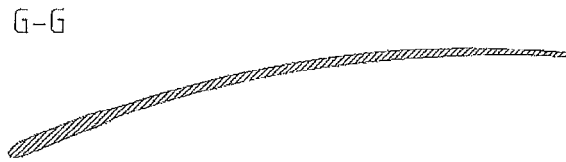


Fig. 3g

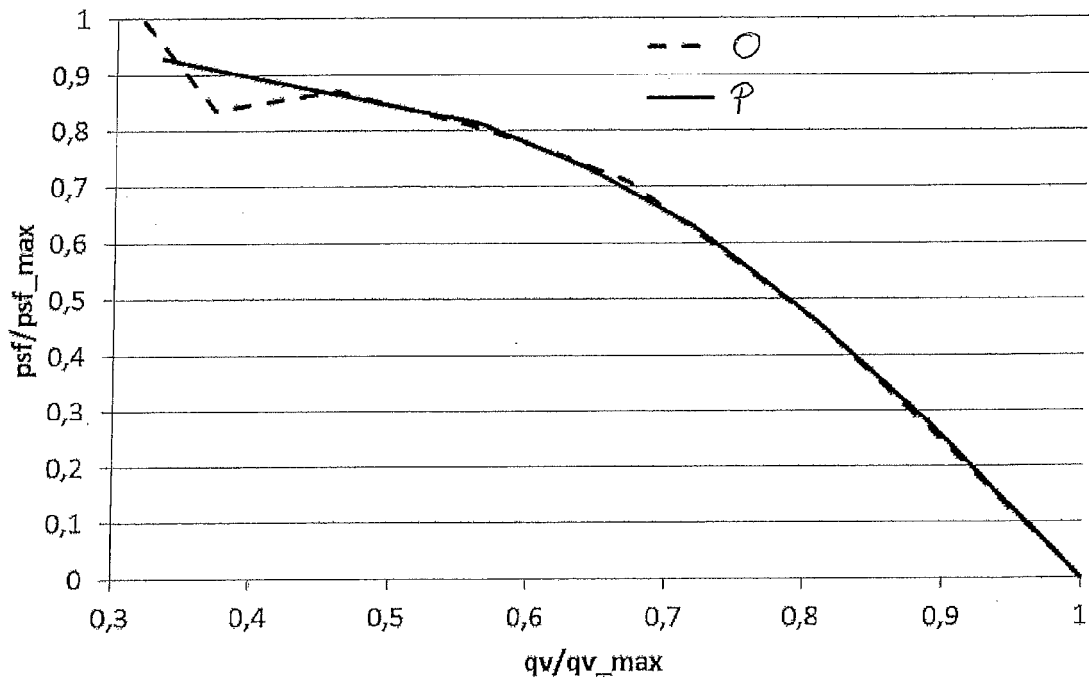


Fig. 4

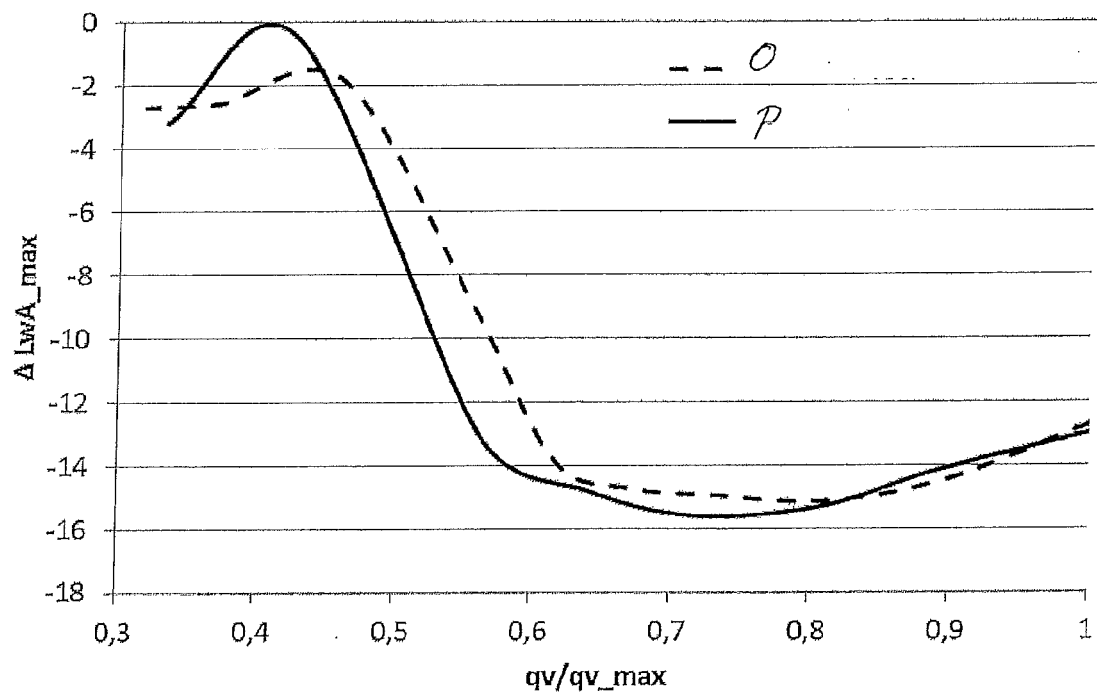


Fig. 5

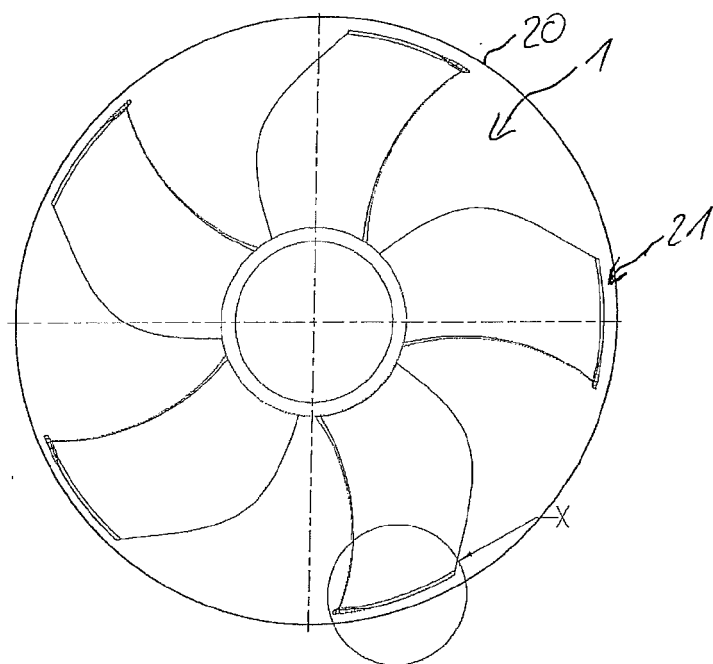


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 18 9976

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 5 181 830 A (CHOU RUDY S [US]) 26. Januar 1993 (1993-01-26) * Spalte 1, Zeilen 30-34 * * Abbildungen 2-6 *	1-4, 9-11,14 5-8	INV. F04D29/32 F04D29/38 F04D29/66
X A	JP 2013 213420 A (PANASONIC CORP) 17. Oktober 2013 (2013-10-17) * Abbildungen 1, 3-6, 9 *	1-4, 9-12,14 5-8,13	
X	JP H11 44432 A (HITACHI LTD) 16. Februar 1999 (1999-02-16) * Abbildungen 1-3, 6 *	1-4,12, 14	
X	JP H01 118000 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10. Mai 1989 (1989-05-10) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1, 2, 6 *	1-4,14	
A	US 3 294 315 A (STEWART DERREL N ET AL) 27. Dezember 1966 (1966-12-27) * Abbildungen 1-4 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. April 2016	Prüfer De Tobel, David
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

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

EP 15 18 9976

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

15-04-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5181830	A	26-01-1993	KEINE	

15	JP 2013213420	A	17-10-2013	KEINE	

	JP H1144432	A	16-02-1999	KEINE	

	JP H01118000	A	10-05-1989	JP H0551798 B2	03-08-1993
20				JP H01118000 A	10-05-1989

	US 3294315	A	27-12-1966	KEINE	

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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