(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 029 336 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(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**

(54) SCHAUFEL EINES VENTILATORRADES, VENTILATORRAD UND AXIALVENTILATOR

BLADE OF A FAN WHEEL, FAN WHEEL AND AXIAL FAN

AUBE D'UNE ROUE DE VENTILATEUR, ROUE DE VENTILATEUR ET VENTILATEUR AXIAL

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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(73) Patentinhaber: **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)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- H1 144 432
JP-A- H01 118 000
JP-A- 2013 213 420
US-A- 3 294 315
US-A- 5 181 830

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

EP 3 029 336 B1

Beschreibung

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

[0002] Beispielsweise offenbaren US 5 181 830 A und JP 2013 213420 A eine Schaufel eines Ventilatorrades eines Axialventilators gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 2.

[0003] 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 Ventilatorrads und dem Wandring ein kleiner Spalt vorgesehen, in dessen Bereich es aufgrund hoher Turbulenzen ebenfalls leicht zu einer erhöhten Geräuschbildung kommt.

Ferner beeinflusst die Zuströmsituation der Luft die Geräuschentwicklung des Ventillatorrades 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.

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.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombinationen gemäß der Patentansprüche 1-3 und 12 gelöst.

Erfindungsgemäß wird zur Lösung der Aufgabe eine Schaufel gemäß den Patentansprüchen 1 oder 2 vorgeschlagen. Erfindungsgemäß wird zur Lösung der Aufgabe ein Ventilatorrad gemäß dem Patentanspruch 3 vorgeschlagen.

[0004] Im Folgenden werden Weiterbildungen des Ventilatorrades beschrieben, die explizit auch für jede Ausbildung der Schaufeln allein, d.h. unabhängig von dem Ventilatorrad gelten. 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.

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.

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. 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.

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.

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 Schaufelvorderkanten 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. Erfindungsgemäß (siehe Anspruch 1) ist es somit vorgesehen, dass die Schaufel im Vorderabschnitt eine axiale Dicke aufweist, die größer ist als eine axiale Dicke im an die Schaufelhinterkanten angrenzenden Hinterabschnitt. Der Übergang der Dickenänderung von Vorderabschnitt zu Hinterabschnitt ist dabei fließend.

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.
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.

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Schaufel (siehe Anspruch 2) ist vorgesehen, dass entlang der radialen 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.
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.
Die Erfindung umfasst auch einen Axialventilator mit einem feststehenden Wandring, innerhalb dessen ein oben beschriebenes Ventilatorrad rotiert. Die erfindungsgemäßen Ausführungen des Ventilatorades wirken sich besonders positiv bei einer Verwendung mit Wandring aus, da im Spaltbereich zwischen Wandring und Ventilatorrad besonders starke Turbulenzen auftreten.

[0006] 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,

Fig. 2 eine Detailansicht X aus Figur 1,

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

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

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

Fig. 6 einen Axialventilator mit Ventilatorrad und Wandring.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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 Sb 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.

[0010] 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 Sb in dem den Vorsprung 6 aufweisenden radialen Außenrandabschnitt 7 lokal begrenzt um den Vorsprung 6 erweitert, so dass der radiale Außenrandabschnitt 7 eine Breite Sb 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 Sb. Der Vorsprung 6 ist dabei als nasenförmige vorstehende Verlängerung des radialen Außenrandabschnitts 7 mit im Wesentlichen halbkugelköpfigem 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 gekennzeichneter Schnitt in Umfangsrichtung G-G in Figur 3g dargestellt.

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.

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 D1 im Vorderabschnitt 8 größer als die axiale Dicke D2 im Hinterabschnitt 9. Beispielhaft ist dies in den Figuren 3c und 3f mit einem Dickenunterschied von über 20% wiedergegeben. Die Aufdickung erstreckt sich in Umfangsrichtung über eine Breite Bu von 70% der Schaufelrandbreite Sb 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.

Entlang der radialen 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.

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 Schalleistungspegels 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 wiederspiegelt.

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.

[0011] Die Erfindung beschränkt sich nur auf die Ansprüche und 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.

Patentansprüche

1. Schaufel eines Ventilatorrades eines Axiaiventilators 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 (Sb) 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige radiale Außenrandabschnitt (7) der Schaufel (2) an die jeweilige radiale Außenkante (4) angrenzt und die Schaufel (2) in dem jeweiligen radialen Außenrandabschnitt (7) in einem an die Schaufelvorderkante (3) angrenzenden Vorderabschnitt (8) eine axiale Dicke (D1) aufweist, die größer ist als eine axiale Dicke (D2) in einem an eine Schaufelhinterkante (10) angrenzenden Hinterabschnitt (9).

2. Schaufel eines Ventilatorrades eines Axialventilators 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 (Sb) 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der radialen Außenkante (4) der Schaufel (2) ein in axialer Richtung mit einem vorbestimmten Anstellwinkel gebogenes Winglet (11) ausgebildet ist, dessen Verlauf in den Vorsprung (6) übergeht, und dass der Anstellwinkel im Vorderabschnitt (8) und/oder im Bereich des Vorsprungs (6) geringer ist als in dem Hinterabschnitt (9).

3. Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln (2) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2 aufweist.

4. Ventilatorrad nach Anspruch 3, **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 hervorsteht.

5. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 3 - 4, **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.

6. Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln (2) gemäß dem Anspruch 1 aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Außenrandabschnitt (7) eine Länge (L) in radialer Richtung von 5%, insbesondere 2,5 % eines Ventilatorradradius aufweist.

7. Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln (2) gemäß dem Anspruch 1 aufweist oder Ventilatorrad nach dem Anspruch 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.

8. Ventilatorrad eines Axialventilators, das mehrere Schaufeln (2) gemäß dem Anspruch 1 aufweist oder Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang der axialen Dicke (D1) von dem Vorderabschnitt (8) zu dem Hinterabschnitt (9) fließend ausgebildet ist.

9. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 3 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) im Querschnitt oval ausgebildet ist.

10. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 3 - 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) im Querschnitt elliptisch ausgebildet ist.

11. Ventilatorrad nach einem der vorigen Ansprüche 3 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) sich in Umfangsrichtung gesehen verjüngt und im Wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist.

12. Axialventilator mit einem feststehenden Wandring (20) und einem innerhalb des Wandrings (20) rotierbaren Ventilatorrad (1) gemäß einem der vorigen Ansprüche 3 bis 11.

Claims

1. Blade of a ventilator wheel of an axial ventilator having radially outward extending blade forward edges (3) and radial outer edges (4) on the discharge side, wherein a transition (5) from the radial outer edge (4) to the blade forward edge (3) is formed with a projection (6) extending in a circumferential direction relative to an adjacent radially outward extending blade forward edge (3), so that a blade edge width (Sb) locally delimited in a radial outer edge portion that includes the projection (6) is enlarged around the projection (6), in which a seamless transition is formed from the radial outer edge portion (7) to a region of the respective blade located radially further inward, **characterized in that** the respective radial outer edge portion (7) of the blade (2) adjoins a respective radial outer edge (4) and in the respective radial outer edge portion (7) the blade (2) includes an axial thickness (D1) in a forward portion (8) adjacent to the blade forward edge (3), which is greater than an axial thickness (D2) in a rear portion (9) adjacent to a blade rear edge (10).

2. Blade of a ventilator wheel of an axial ventilator having radially outward extending blade forward edges (3) and radial outer edges (4) on the discharge side, wherein a transition (5) from the radial outer edge (4) to the blade forward edge (3) is formed with a projection (6) extending in a circumferential direction relative to an adjacent radially outward extending blade forward edge (3), so that a blade edge width (Sb) locally delimited in a radial outer edge portion that includes the projection (6) is enlarged around the projection (6), wherein a seamless transition is formed from the radial outer edge portion (7) to a region of the respective blade located radially further inward, **characterized in that** a singlet (11) curved at a predetermined setting angle is formed along the axial outer edge (4) of the respective blade (2) in an axial direction, the profile of which winglet transitions into the projection (6), and **in that** the setting angle in the forward portion (8) and/or in the region of the projection (6) is smaller than in the rear portion (9).

3. Ventilator wheel of an axial ventilator having several blades (2) according to one of the claims 1 or 2.

4. Ventilator wheel according to claim 3, **characterized in that** each projection (6) is formed as a lug-shaped extension of the radial outer edge portion (7) and protrudes in the circumferential direction relative to the respective adjacent blade forward edge (3) extending radially outward on the outlet side.

5. Ventilator wheel according to one of the preceding claims 3 - 4, **characterized in that** the projection extends in the circumferential direction over a length

of 1 - 20 %, particularly 1 - 10 %, of the blade edge width of the adjacent blade forward edge (3).

6. Ventilator wheel of an axial ventilator having several blades (2) according to claim 1, **characterized in that** the radial outer edge portion has a length (L) in the radial direction of 5 %, particularly 2,5 % of a ventilator wheel radius.

7. Ventilator wheel of an axial ventilator having several blades (2) according to claim 1 or ventilator wheel according to claim 6, **characterized in that** the forward portion (8) having an enlarged axial thickness (D1) relative to the rear portion (9), has in each case a width (Bu) in the circumferential direction, which corresponds to 50% - 70% of the blade edge width (Sb).

8. Ventilator wheel of an axial ventilator having several blades (2) according to claim 1 or ventilator wheel according to one of the preceding claims 6 or 7, **characterized in that** a transition of the axial thickness (D1) is seamlessly formed from the forward portion (8) to the rear portion (9).

9. Ventilator wheel according to one of the preceding claims 3 - 8, **characterized in that** the projection (6) has an oval cross section.

10. Ventilator wheel according to one of the preceding claims 3 - 8, **characterized in that** the projection (6) has an elliptical cross section.

11. Ventilator wheel according to one of the preceding claims 3 - 10, **characterized in that** the projection (6), as viewed in the circumferential direction, tapers and is essentially formed semi-spherical.

12. Axial ventilator having a fixed wall ring (20) and a ventilator wheel (1) rotatable within the wall ring (20) according to one of the preceding claims 3 to 11.

Revendications

1. Aube d'une roue de ventilateur d'un ventilateur axial avec bord d'attaque d'aube (3) côté pression s'étendant radialement vers l'extérieur et bord extérieur radial (4), dans laquelle une transition (5) du bord extérieur radial (4) au bord d'attaque d'aube (3) est formée avec une saillie (6) s'étendant dans le sens périphérique par rapport au bord d'attaque d'aube (3) adjacent s'étendant radialement vers l'extérieur, si bien qu'une largeur d'arête d'aube (Sb) augmente de manière localement limitée de la saillie (6) dans une section d'arête extérieure radiale (7) présentant la saillie (6), dans laquelle une transition de la section d'arête extérieure radiale (7) à une zone située radialement plus à l'intérieur de l'aube respective est réalisée de manière fluide, **caractérisée en ce que** la section d'arête extérieure radiale (7) respective de l'aube (2) est adjacente au bord extérieur radial (4) respectif et l'aube (2) présente dans la section d'arête extérieure radiale (7) respective dans une section avant (8) adjacente au bord d'attaque d'aube (3), une épaisseur axiale (D1), qui est supérieure à une épaisseur axiale (D2) dans une section arrière (9) adjacente à un bord arrière d'aube (10).

2. Aube d'une roue de ventilateur d'un ventilateur axial avec bord d'attaque d'aube (3) côté pression s'étendant radialement vers l'extérieur et bord extérieur radial (4), dans laquelle une transition (5) du bord extérieur radial (4) au bord d'attaque d'aube (3) est formée avec une saillie (6) s'étendant dans le sens périphérique par rapport au bord d'attaque d'aube (3) adjacent s'étendant radialement vers l'extérieur, si bien qu'une largeur d'arête d'aube (Sb) augmente de manière localement limitée de la saillie (6) dans une section d'arête extérieure radiale (7) présentant la saillie (6), dans laquelle une transition de la section d'arête extérieure radiale (7) à une zone située radialement plus à l'intérieur de l'aube respective est réalisée de manière fluide, **caractérisée en ce qu'**une ailette (11) courbe dans la direction axiale avec un angle d'attaque prédéterminé, dont l'allure se transforme en la saillie (6), est réalisée le long du bord extérieur radial (4) de l'aube (2), et que l'angle d'attaque dans la section avant (8) et/ou dans la zone de la saillie (6) est inférieur à celui dans la section arrière (9).

3. Roue de ventilateur d'un ventilateur axial, qui présente plusieurs aubes (2) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2.

4. Roue de ventilateur selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la saillie (6) est réalisée respectivement en forme de nez en tant que prolongement de la section d'arête extérieure radiale (7) et fait saillie dans le sens périphérique par rapport au bord d'attaque d'aube (3) côté pression, respectivement adjacent, s'étendant radialement vers l'extérieur.

5. Roue de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 3 - 4, **caractérisée en ce que** la saillie (6) fait saillie du bord d'attaque d'aube (3) adjacent dans le sens périphérique sur une longueur de 1 - 20 %, en particulier 1 - 10 %, de la largeur d'arête d'aube (Sb).

6. Roue de ventilateur d'un ventilateur axial, qui présente plusieurs aubes (2) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la section d'arête extérieure radiale (7) présente une longueur (L) dans la direction radiale de 5 %, en particulier de 2,5 % d'un rayon

de roue de ventilateur.

7. Roue de ventilateur d'un ventilateur axial, qui présente plusieurs aubes (2) selon la revendication 1 ou roue de ventilateur selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la section avant (8) d'une épaisseur axiale (D1) augmentée par rapport à la section arrière (9) présente respectivement une largeur (Bu) dans le sens périphérique, qui correspond à 50 - 70 % de la largeur d'arête d'aube (Sb).

8. Roue de ventilateur d'un ventilateur axial, qui présente plusieurs aubes (2) selon la revendication 1 ou roue de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 6 ou 7, **caractérisée en ce qu'**une transition de l'épaisseur axiale (D1) est réalisée de manière fluide de la section avant (8) à la section arrière (9).

9. Roue de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 3 - 8, **caractérisée en ce que** la saillie (6) est réalisée avec une section transversale ovale.

10. Roue de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 3 - 9, **caractérisée en ce que** la saillie (6) est réalisée avec une section transversale elliptique.

11. Roue de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 3 - 10, **caractérisée en ce que** la saillie (6) est conique vue dans le sens périphérique et est réalisée de manière sensiblement hémisphérique.

12. Ventilateur axial avec un anneau mural fixe (20) et une roue de ventilateur (1) rotative à l'intérieur de l'anneau mural (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes 3 à 11,

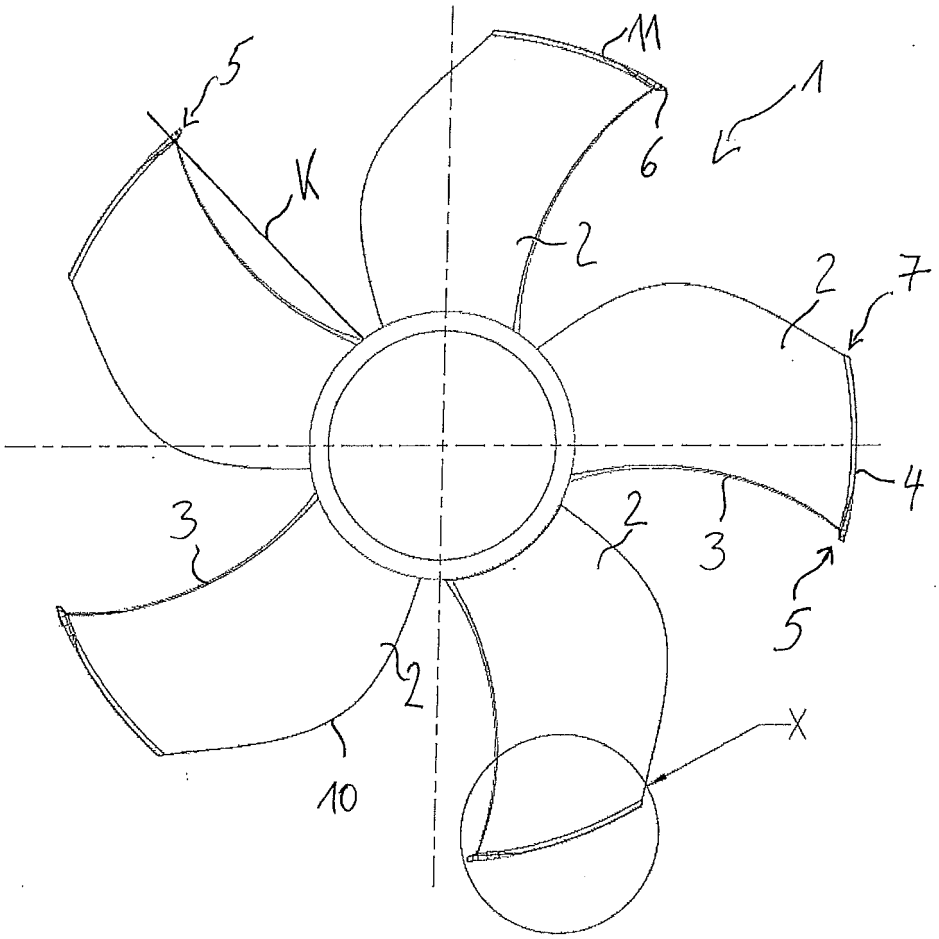


Fig. 1

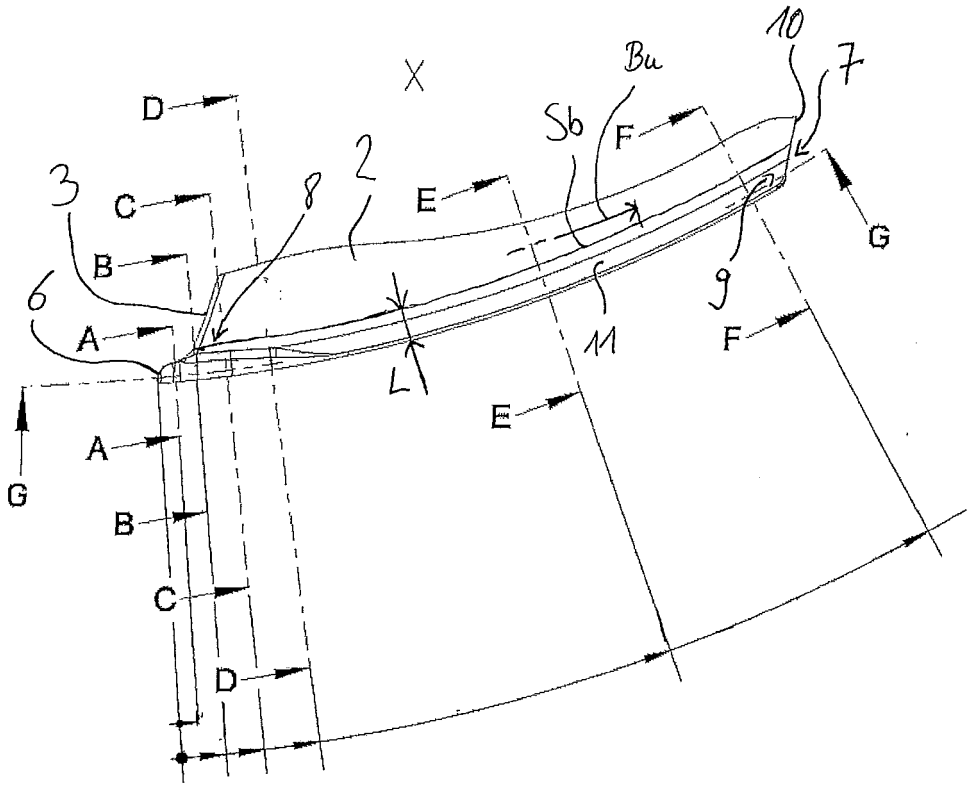


Fig. 2

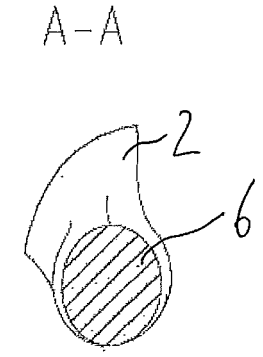


Fig. 3a

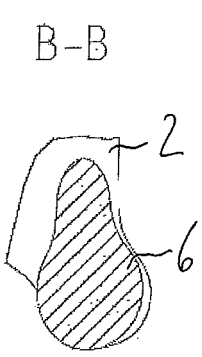


Fig. 3b

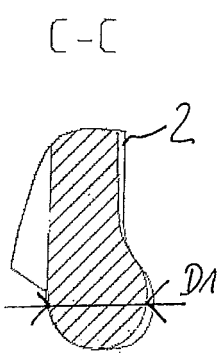


Fig. 3c

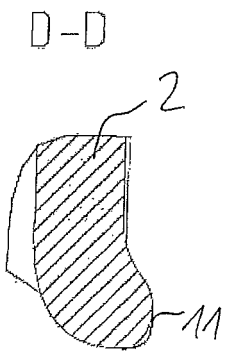


Fig. 3d

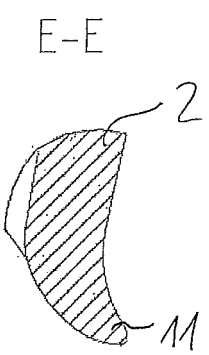


Fig. 3e

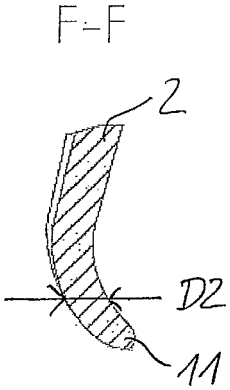


Fig. 3f

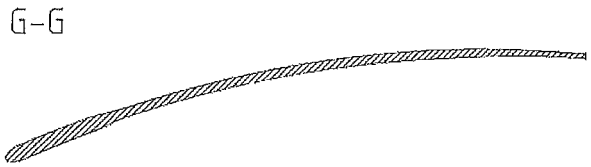


Fig. 3g

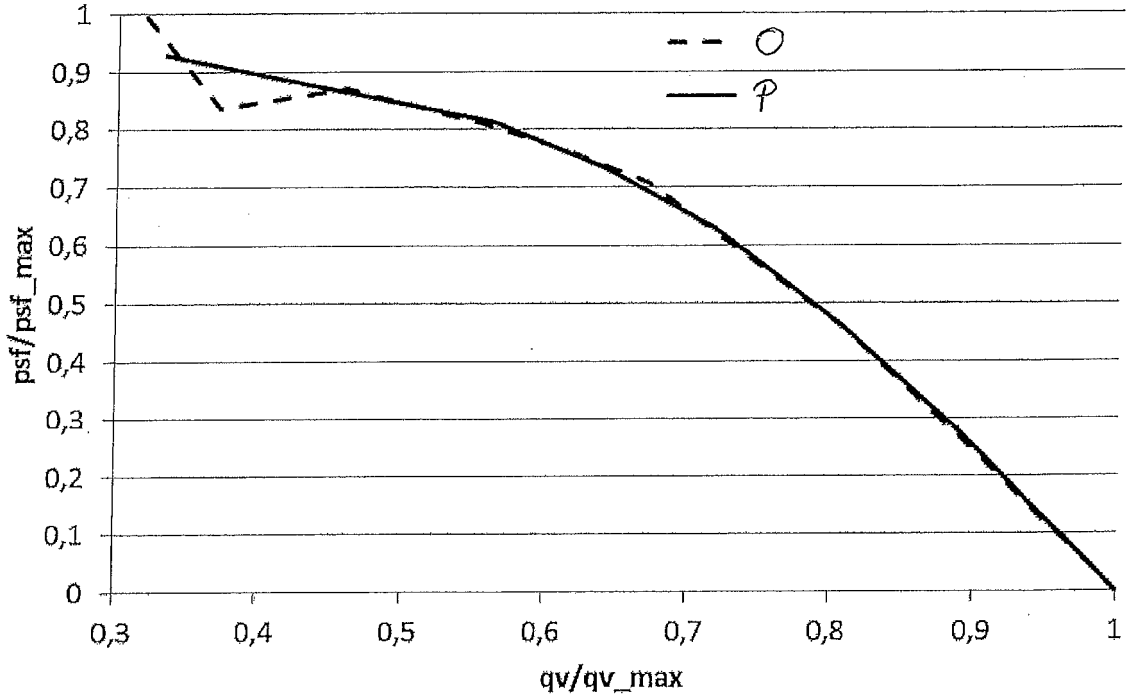


Fig. 4

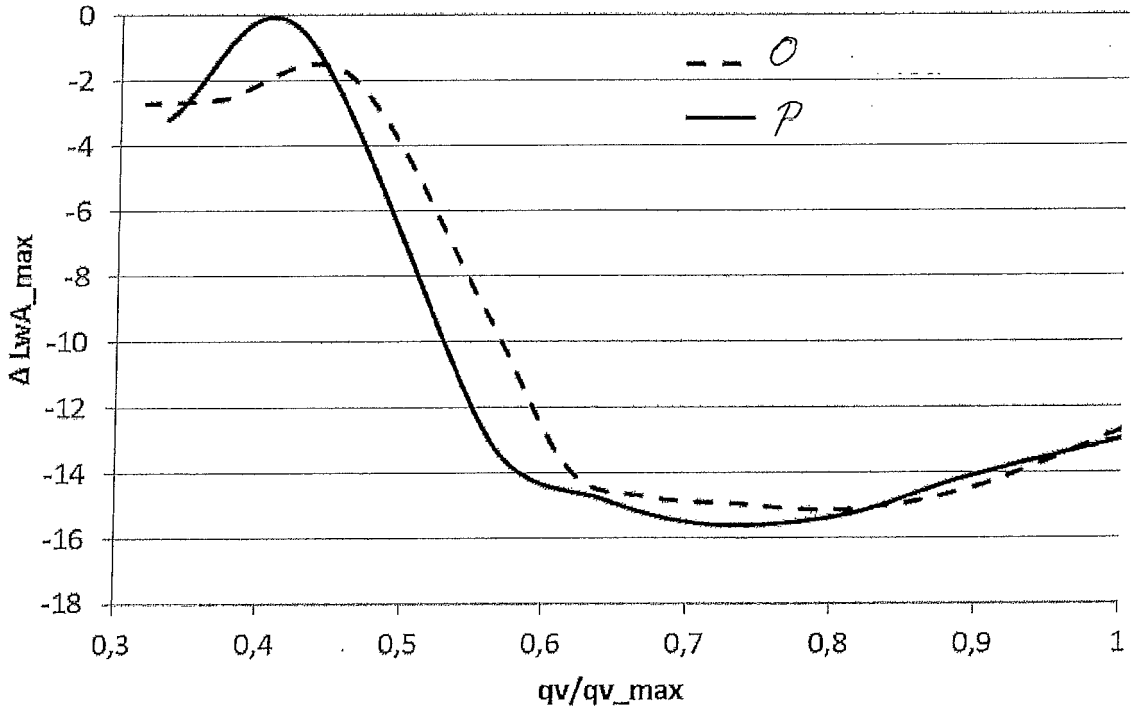

0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
Δ LwA_max
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
qv/qv_max
O
P

Fig. 5

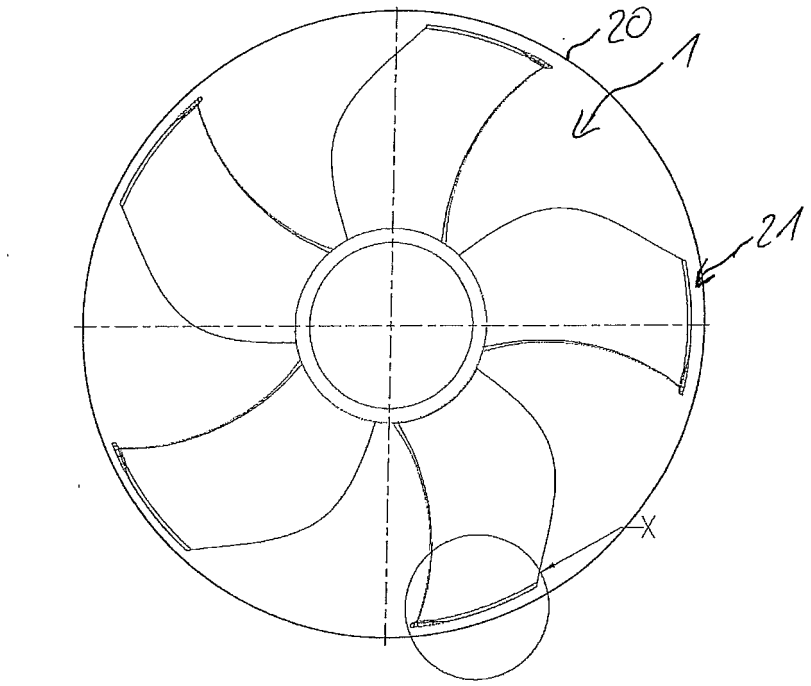

20
1
21
X

Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5181830 A **[0002]**
- JP 2013213420 A **[0002]**