

(19)



(11)

EP 3 705 727 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
F04D 29/38 (2006.01) F04D 29/68 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20158943.9**

(22) Anmeldetag: **24.02.2020**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **HAAF, Oliver**
74635 Kupferzell (DE)
• **PISSARCZYK, Thorsten**
75050 Gemmingen (DE)

(74) Vertreter: **Staeger & Sperling**
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Sonnenstraße 19
80331 München (DE)

(30) Priorität: **04.03.2019 DE 102019105355**

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

(54) LÜFTERRAD EINES AXIALVENTILATORS

(57) Die Erfindung betrifft ein Lüfterrad (1) eines Axialventilators mit mehreren um eine Rotationsachse (RA) in einem Schaufelkranz angeordneten Lüfterradschaufeln (2), wobei mindestens eine der Lüfterradschaufeln (2) einen radial innen liegenden Innenabschnitt (3) und einen sich an den Innenabschnitt (3) unmittelbar anschließenden an einen Schaufelrand (5) angrenzenden Schaufelrandabschnitt (4) aufweist, wobei die mindestens eine Lüfterradschaufel (1) über eine Radialerstre-

ckung des Schaufelrandabschnitts (4) einen lokalen Vorsprung (6) aufweist, welcher in Verlängerung der Sehnenlänge der Lüfterradschaufel ausgebildet ist und die Lüfterradschaufel (2) im Schaufelrandabschnitt (4) lokal vergrößert, und wobei ein mittlerer Anstellwinkel (α) der Lüfterradschaufel (2) gegenüber einer Rotationsebene (RE) des Lüfterrads (1) größer ist als ein mittlerer Anstellwinkel (β) des Vorsprungs (6) gegenüber der Rotationsebene (RE).

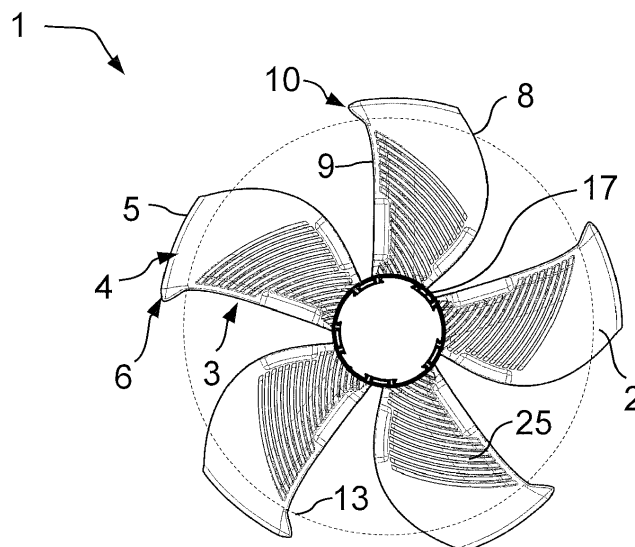


Fig. 1

EP 3 705 727 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lüfterrad eines Axialventilators mit mehreren um eine Rotationsachse in einem Schaufelkranz angeordneten Lüfterradschaufeln.

[0002] Gattungsgemäße Lüfterräder von Axialventilatoren zur Erzeugung eines Axialluftstromes sind seit langem bekannt und umfassen üblicherweise eine Mehrzahl von Lüfterradschaufeln, die sich ausgehend von der Nabe nach radial außen erstrecken und in einem Schaufelkranz angeordnet sind.

[0003] Problematisch ist die Geräuscherzeugung aufgrund von Wirbelbildung, insbesondere in hinsichtlich der Zuströmung und/oder Anströmung gestörten Einbaubedingungen

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Lüfterrad bereitzustellen, das insbesondere in derartigen gestörten Einbausituationen eine Reduktion des im Betrieb erzeugten Schallpegels gewährleistet.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Lüfterrad eines Axialventilators mit mehreren um eine Rotationsachse in einem Schaufelkranz angeordneten Lüfterradschaufeln vorgeschlagen, bei dem mindestens eine der Lüfterradschaufeln einen radial innen liegenden Innenabschnitt und einen sich an den Innenabschnitt unmittelbar anschließenden an einen Schaufelrand angrenzenden Schaufelrandabschnitt aufweist. Die mindestens eine Lüfterradschaufel weist über eine Radialerstreckung des Schaufelrandabschnitts einen lokalen Vorsprung auf, welcher in Verlängerung der Sehnenlänge der Lüfterradschaufel ausgebildet ist und die Lüfterradschaufel im Schaufelrandabschnitt lokal vergrößert. Der Schaufelrandabschnitt ist somit von dem Innenabschnitt abgegrenzt und dadurch definiert, dass stets der Vorsprung vorgesehen ist. Ferner ist erfindungswesentlich, dass ein mittlerer Anstellwinkel der Lüfterradschaufel, insbesondere im Schaufelrandabschnitt, gegenüber einer Rotationsebene des Lüfterrads größer ist als ein mittlerer Anstellwinkel des Vorsprungs gegenüber der Rotationsebene.

[0007] Die Kombination der technischen Merkmale, im Schaufelrandabschnitt den Vorsprung mit vergrößerter Sehnenlänge vorzusehen und gleichzeitig den Anstellwinkel des Vorsprungs gegenüber der Rotationsachse gegenüber der übrigen Lüfterradschaufel zu reduzieren verringert die Ablöseineigung der Strömung am Lüfterrad und mithin die als besonders unangenehm empfundenen Drehtöne.

[0008] Bei dem Lüfterrad sieht eine bevorzugte Ausführungsvariante vor, dass der mittlere Anstellwinkel des Vorsprungs gegenüber der Rotationsebene des Lüfterrads einen Wert zwischen 1-15°, weiter bevorzugt zwischen 3-10° aufweist. Der Anstellwinkel des Vorsprungs ist dabei stets kleiner als derjenige der Lüfterradschaufel im Bereich außerhalb des Vorsprungs.

[0009] Viele Lüfterräder von Axialventilatoren verwenden

den einen die Laufradschaufeln radial außenseitig umspannenden Ring, der häufig als Schleuderring bezeichnet wird. Eine vorteilhafte Ausführung des Lüfterrads der vorliegenden Offenbarung ist jedoch speziell darauf gerichtet, dass die Lüfterradschaufeln an ihren jeweiligen radialen Schaufelrändern frei enden und verbindungsfrei sind, d.h. dass kein Ring oder dergleichen die Laufradschaufeln verbindet. Durch das freie Ende sind die radial außen liegenden Schaufelränder der Laufradschaufeln strömungstechnisch unbeeinflusst, so dass die Wirkung des Vorsprungs günstig zur Geltung kommt.

[0010] Ferner ist bei dem Lüfterrad vorzugsweise vorgesehen, dass der an den Schaufelrand angrenzende Schaufelrandabschnitt der mindestens einen Lüfterradschaufel in einem radialen Außenbereich der Lüfterradschaufel bestimmt ist. Die Größe dieses radialen Außenbereichs und damit die Radialerstreckung des Vorsprungs wird durch das Verhältnis des Radius LS der Lüfterradschaufel bis zum Schaufelrandabschnitt zu dem maximalen Radius der Lüfterradschaufel LD derart definiert, dass gilt $0,7 \leq LS/LD \leq 1$, vorzugsweise $0,85 \leq LS/LD \leq 0,95$.

[0011] Hinsichtlich der Erstreckung des Vorsprungs in Umfangsrichtung in der Rotationsebene des Lüfterrads ist vorzugsweise vorgesehen, dass durch den Vorsprung die Sehnenlänge der Lüfterradschaufel in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse lokal gegenüber dem Innenabschnitt derart vergrößert ist, dass gilt $1,05 \leq L1/L2 \leq 1,4$, weiter bevorzugt $1,1 \leq L1/L2 \leq 1,3$, wobei L1 die maximale Sehnenlänge der Lüfterradschaufel im Schaufelrandabschnitt und L2 die Sehnenlänge der Lüfterradschaufel an der Grenze zwischen dem Innenabschnitt und dem Schaufelrandabschnitt, jeweils gemessen an dem radial außen liegenden Schaufelrand der Lüfterradschaufel, sind.

[0012] Die Lüfterradschaufeln weisen jeweils eine Schaufelvorderkante und eine Schaufelhinterkante auf. Eine besonders vorteilhafte Wirkung zur Geräuschreduzierung wird erzielt, wenn der Vorsprung an der Schaufelvorderkante ausgebildet ist. Die Schaufelhinterkante wiederum weist in einer günstigen Ausführung einen konvex gerundeten, bogenförmigen Verlauf auf. Auch die Schaufelvorderkante ist vorzugsweise bogenförmig gekrümmt, jedoch mit einem größeren, insbesondere um ein Vielfaches größeren Radius als die Schaufelhinterkante.

[0013] Zudem ist eine Ausführungsvariante des Lüfterrads vorteilhaft, bei welcher der Vorsprung einstückig mit der Lüfterradschaufel ausgebildet ist. Das Lüfterrad ist vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt, so dass alle technischen die Strömung beeinflussenden Merkmale in den Lüfterradschaufeln integral ausgebildet sind.

[0014] Eine Weiterbildung des Lüfterrads ist ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprung eine in Umfangsrichtung weisende Spitze aufweist. Die Spitze ist vorzugsweise gegenüber einem maximalen Außenradius der Lüfterradschaufel nach radial innen beabstandet ist. Das bedeutet, dass der Vorsprung radial nach innen

eingezogen ausgebildet ist, die Spitze jedoch vorzugsweise im Betrieb einen gedachten Kreis bestimmt, der gegenüber dem Außenradius des Lüfterrads beabstandet ist.

[0015] Ferner ist eine Ausführungsvariante des Lüfterrads vorteilhaft, bei der die Spitze des Vorsprungs im Schaufelrandabschnitt außermittig nach radial außen versetzt ist. In anderen Worten wird der Vorsprung derart ausgebildet, dass seine in Umfangsrichtung weisende Spitze näher am Außenradius der als an dem Innenabschnitt der Lüfterradschaufel liegt.

[0016] Strömungstechnisch vorteilhaft und geräuschreduzierend wirkt sich bei dem Lüfterrad ferner eine Ausgestaltung der Laufradschaufeln aus, bei der die Spitze des Vorsprungs jeweils abgerundet ausgebildet ist.

[0017] Weitere günstige Ausführungsformen des Lüfterrads sehen vor, dass die Lüfterradschaufeln jeweils an ihrem radial äußeren Schaufelrand ein Winglet aufweisen. Als Winglet ist eine Ausbildung an der Lüfterradschaufel definiert, bei der radial endseitig an der Lüfterradschaufel eine Verdickung oder Rundung von der Unterseite zur Oberseite vorgesehen ist. Optional können zudem jeweils am radial äußeren Schaufelrand Bürsten vorgesehen werden.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform weisen die Lüfterradschaufeln zumindest entlang des Vorsprungs eine geringere mittlere Schaufeldicke auf als im übrigen Bereich der jeweiligen Lüfterradschaufel.

[0019] Die Lüfterradschaufeln sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie jeweils einen radialen Mittelbereich um ihre radiale Mitte bestimmen, in dem die Sehnenlänge der Lüfterradschaufel ein Maximum aufweist. Der Mittelbereich erstreckt sich dabei vorzugsweise bis zu 30% der radialen Maximalerstreckung der Lüfterradschaufel um ihre radiale Mitte.

[0020] Ferner ist eine Ausführung des Lüfterrads bevorzugt, bei der alle Lüfterradschaufeln identisch ausgebildet sind.

[0021] Die Offenbarung umfasst ferner einen Axialventilator mit einem vorstehend beschriebenen Lüfterrad.

[0022] 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 axiale Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Lüfterrad,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Lüfterrads gemäß Figur 1,

Fig. 3 eine Detailansicht einer Lüfterradschaufel des Lüfterrads gemäß Figur 1 von der axial gegenüberliegenden Seite,

Fig. 4 eine Profilansicht auf den radialen Schaufel-

rand einer Lüfterradschaufel des Lüfterrads aus Figur 1;

Fig. 5 eine weitere Profilansicht auf den radialen Schaufelrand einer Lüfterradschaufel des Lüfterrads aus Figur 1;

Fig. 6 ein Diagramm des Schalldruckpegels gegenüber der Frequenz bei dem Lüfterrad aus Figur 1 gegenüber einem Lüfterrad des Standes der Technik;

Fig. 7 ein Diagramm des Anstellwinkels der Lüfterradschaufel aus Figur 1 gegenüber dem Stand der Technik;

Fig. 8 ein Diagramm der Sehnenlänge der Lüfterradschaufel aus Figur 1 gegenüber dem Stand der Technik.

[0023] Die Figuren 1 - 5 zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Lüfterrads 1 eines Axialventilators, bei dem sich fünf identische Lüfterradschaufeln 2 ausgehend von der Nabe 17 nach radial außen erstrecken und um die Rotationsachse RA einen Schaufelkranz bilden. Die Anzahl der Lüfterradschaufeln 2 ist lediglich beispielhaft auf fünf festgelegt, kann jedoch in alternativen Ausführungen auch höher oder geringer sein.

[0024] Jede Lüfterradschaufel 2 weist eine Schaufelhinterkante 8, eine Schaufelvorderkante 9 und einen radialen Schaufelrand 5 auf, der frei endet. Die einzelnen Lüfterradschaufeln 2 sind ausschließlich über die Nabe 17 verbunden. Die Schaufelvorderkanten 8 sind konvex in Umfangsrichtung vorstehend gerundet und bestimmen jeweils einen bogenförmigen Verlauf, die Schaufelvorderkanten 9 erstrecken sich ausgehend von der Nabe 17 im Wesentlichen geradlinig nach radial außen. Wie in Figur 2 gut zu erkennen sind die Lüfterradschaufeln 2 gewölbt geformt und gegenüber der Rotationsebene RE geneigt. Auf ihrer jeweiligen axialen Unterseite sind in Umfangsrichtung ausgerichtete Versteifungsrippen 25 ausgebildet, die sich teilweise bis zur Nabe 17 erstrecken und an dieser über eine vorbestimmte Axialerstreckung verbunden sind.

[0025] Die Lüfterradschaufeln 2 weisen jeweils einen radial innen liegenden Innenabschnitt 3 und einen sich in radialer Richtung gesehen an den Innenabschnitt 3 unmittelbar anschließenden Schaufelrandabschnitt 4 auf, der sich bis an den jeweiligen Schaufelrand 5 erstreckt. Als Grenze 13 zwischen dem Innenabschnitt 3 und dem Schaufelrandabschnitt 4 ist in Figur 1 eine gestrichelte Linie eingetragen. Der radial außerhalb liegende Schaufelrandabschnitt 4 ist bei den Lüfterradschaufeln 2 jeweils dadurch definiert, dass er über seine Radialerstreckung den lokalen Vorsprung 6 aufweist, der die Sehnenlänge der jeweiligen Lüfterradschaufel 2 im Schaufelrandabschnitt 4 lokal in Umfangsrichtung vergrößert. Die Grenze 13 ist somit an der Stelle festgelegt,

an welcher der Vorsprung 6 beginnt. Der Vorsprung 6 ist in der gezeigten Ausführung an den jeweiligen Schaufelvorderkanten 9 ausgebildet in einer im wesentlichen dreieckigen Grundform, welche eine in Umfangsrichtung weisende abgerundete Spitze 10 aufweist. In Figur 3 ist mit dem Bezugszeichen 12 eine Linie gekennzeichnet, welche die Position der Spitze 10 parallel zum Schaufelrand 5 aufzeigt. Dabei ist erkennbar, dass die Spitze 10 des Vorsprungs 6 gegenüber einem maximalen Außenradius der Lüfterradschaufel 2 nach radial innen beabstandet und somit im Schaufelrandabschnitt 4 in radialer Richtung gesehen außermittig nach radial außen versetzt ist. Dies wird durch unterschiedliche Winkelverläufe der Außenkanten des Vorsprungs 6 erreicht, die zum einen durch die Schaufelvorderkante 9, zum anderen durch den Schaufelrand 5 gebildet sind.

[0026] Bezugnehmend auf Figur 4 sind die unterschiedlichen mittleren Anstellwinkel α , β der Lüfterradschaufel 2 im Vergleich zum Vorsprung 6, jeweils gegenüber der Rotationsebene RE dargestellt. Der mittlere Anstellwinkel α der Lüfterradschaufel 2 gegenüber der Rotationsebene RE liegt bei 35° , der mittlere Anstellwinkel β des Vorsprungs 6 gegenüber der Rotationsebene RE entspricht 10° . Zudem ist jeder Anstellwinkel entlang der Lüfterradschaufel 2 gegenüber der Rotationsebene RE stets kleiner als jeder Anstellwinkel entlang des Vorsprungs 6 gegenüber der Rotationsebene RE. Ferner ist der Gesamtanstellwinkel μ der Lüfterradschaufel 2 entlang der Sehnenlänge L im Mittelbereich MB um die radiale Mitte gezeigt, welche den Randpunkt XV1 an der Schaufelhinterkante 8 mit dem Randpunkt XV2 an der Schaufelvorderkante 9 verbindet. Im Mittelbereich MB weist die Sehnenlänge L ihr Maximum auf.

[0027] In der gezeigten Ausführung ist der Vorsprung 6 einstückig an der Lüfterradschaufel 2 ausgebildet, gleichwohl kann seine Erstreckung und die dadurch bedingte Sehnenverlängerung eindeutig über die sprunghafte Verlaufsveränderung der Schaufelvorderkante 9 bestimmt und abgegrenzt werden. Alternative Ausführungen sehen vor, dass der Vorsprung als Anbauteil an der jeweiligen Lüfterradschaufel befestigt wird.

[0028] Der Vorsprung 6 im Schaufelrandabschnitt 4 nimmt eine Radialerstreckung ein, welche über das Verhältnis LS/LD bestimmt ist, das im gezeigten Fall bei 0,88 liegt. LS ist der Radius der Lüfterradschaufel 2 bis zum Schaufelrandabschnitt 4, LD der maximale Außenradius der Lüfterradschaufel 2. Das Verhältnis LS/LD soll zwischen 0,7-1, insbesondere zwischen 0,85-0,98 liegen.

[0029] Die Größe des Vorsprungs 6 in Umfangsrichtung wird über die unterschiedliche Sehnenlänge festgelegt. Die Sehnenlänge der Lüfterradschaufel 2 wird durch den Vorsprung 6 in Richtung senkrecht zur Rotationsachse RA derart vergrößert, dass das Verhältnis der maximalen Sehnenlänge L1 der Lüfterradschaufel 2 inklusive des Vorsprungs 6 zur Sehnenlänge L2 der Lüfterradschaufel 2 ohne den Vorsprung 6 bei 1,2 liegt. Das Verhältnis soll zwischen 1,05-1,3, insbesondere zwischen 1,1-1,2 festgelegt werden. Ferner kann die Schau-

feldicke des Vorsprungs 6 optional größer als die Schaufeldicke des übrigen Lüfterrads 2 sein, wie in Figur 4 gezeigt.

[0030] Figur 6 zeigt die durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Lüfterrads 2 erzielten Vorteile zur Reduzierung des Schalldruckpegels L_p bei den unterschiedlichen Frequenzen f , wobei die durchgezogene Linie 77 das Ergebnis des Laufrads 2 gemäß Figur 1 darstellt und die gestrichelte Linie 88 ein identisches Laufrad ohne Vorsprung 6 kennzeichnet. Im Wesentlichen über den gesamten Frequenzverlauf, insbesondere jedoch bei sehr niedrigen Frequenzen kann der Schalldruckpegel deutlich reduziert werden.

[0031] Die Figur 7 zeigt einen Vergleich des Verhältnisses des Anstellwinkels μ zu dem maximalen Anstellwinkel $p_{\max}$ der Lüfterradschaufel 2 mit dem Vorsprung 6 aus Figur 1 über den radialen Verlauf des Radius r zum Maximalradius $r_{\max}$ gegenüber dem Stand der Technik (gestrichelte Linie) ohne Vorsprung. Gut zu erkennen ist der abfallende Anstellwinkel zu Beginn des Schaufelrandabschnitts 4 bei einem Verhältnis $r/r_{\max}$ von 0,9.

[0032] Figur 8 zeigt ein Diagramm der Sehnenlänge L zu der maximalen Sehnenlänge $L_{\max}$ der Lüfterradschaufel 2 mit dem Vorsprung 6 aus Figur 1 über den radialen Verlauf des Radius r zum Maximalradius $r_{\max}$ gegenüber dem Stand der Technik (gestrichelte Linie) ohne Vorsprung. Das Maximum der Sehnenlänge liegt bei 0,7 der Gesamtradialerstreckung der Lüfterradschaufel 2. Im Schaufelrandabschnitt 4 vergrößert sich die Sehnenlänge lokal um den Vorsprung 6.

Patentansprüche

1. Lüfterrad (1) eines Axialventilators mit mehreren um eine Rotationsachse (RA) in einem Schaufelkranz angeordneten Lüfterradschaufeln (2), wobei mindestens eine der Lüfterradschaufeln (2) einen radial innen liegenden Innenabschnitt (3) und einen sich an den Innenabschnitt (3) unmittelbar anschließenden an einen Schaufelrand (5) angrenzenden Schaufelrandabschnitt (4) aufweist, wobei die mindestens eine Lüfterradschaufel (2) über eine Radialerstreckung des Schaufelrandabschnitts (4) einen lokalen Vorsprung (6) aufweist, welcher in Verlängerung der Sehnenlänge der Lüfterradschaufel (2) ausgebildet ist und die Lüfterradschaufel (2) im Schaufelrandabschnitt (4) lokal vergrößert, und wobei ein mittlerer Anstellwinkel (α) der Lüfterradschaufel (2) gegenüber einer Rotationsebene (RE) des Lüfterrads (1) größer ist als ein mittlerer Anstellwinkel (β) des Vorsprungs (6) gegenüber der Rotationsebene (RE).
2. Lüfterrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anstellwinkel (β) des Vorsprungs (6) gegenüber der Rotationsebene (RE) einen Wert zwischen $2-15^\circ$, insbesondere zwischen $4-10^\circ$ aufweist.

3. Lüfterrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterradschaufeln (2) an ihren jeweiligen radialen Schaufelrändern (5) frei enden und verbindungslos sind.
4. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der an den Schaufelrand (5) angrenzende Schaufelrandabschnitt (4) der mindestens einen Lüfterradschaufel (2) in einem Außenbereich der Lüfterradschaufel (2) bestimmt ist, so dass gilt $0,7 \leq LS/LD \leq 1$, insbesondere $0,85 \leq LS/LD \leq 0,95$, wobei LD ein maximaler Radius der Lüfterradschaufel und LS ein Radius der Lüfterradschaufel bis zum Schaufelrandabschnitt (4) sind.
5. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den Vorsprung (6) eine Sehnenlänge der Lüfterradschaufel (2) in einer Richtung senkrecht zur Rotationsachse (RA) lokal gegenüber dem Innenabschnitt vergrößert ist, dass gilt $1,05 \leq L1/L2 \leq 1,4$, insbesondere $1,1 \leq L1/L2 \leq 1,3$, wobei L1 eine maximale Sehnenlänge der Lüfterradschaufel (2) im Schaufelrandabschnitt und L2 eine Sehnenlänge der Lüfterradschaufel (2) an der Grenze zwischen dem Innenabschnitt (3) und dem Schaufelrandabschnitt (4) sind.
6. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Lüfterradschaufel (2) eine Schaufelvorderkante (9) und eine Schaufelhinterkante (8) aufweist, wobei der Vorsprung an der Schaufelvorderkante (9) ausgebildet ist.
7. Lüfterrad nach dem vorigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelhinterkante (8) einen konvex gerundeten, bogenförmigen Verlauf aufweist.
8. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) einstückig mit der Lüfterradschaufel (2) ausgebildet ist.
9. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (6) eine in Umfangsrichtung weisende Spitze (10) aufweist, die gegenüber einem maximalen Außenradius der Lüfterradschaufel (2) nach radial innen beabstandet ist.
10. Lüfterrad nach dem vorigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spitze (10) im Schaufelrandabschnitt (4) außermittig nach radial außen versetzt ist.
11. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spitze (10) abgerundet ausgebildet ist.
12. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterradschaufeln (2) jeweils an ihrem radial äußeren Schaufelrand (5) ein Winglet aufweisen.
13. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche 6 - 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterradschaufeln (2) im Bereich des Vorsprungs (6) eine größere mittlere Schaufeldicke als im übrigen Bereich der Lüfterradschaufel (2) aufweist.
14. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterradschaufeln (2) einen radialen Mittelbereich (MB) um eine radiale Mitte der jeweiligen Lüfterradschaufel (2) und die Lüfterradschaufel (2) im Mittelbereich (MB) eine maximale Sehnenlänge aufweist.
15. Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Lüfterradschaufeln des Lüfterrads identisch ausgebildet sind.
16. Axialventilator mit einem Lüfterrad nach einem der vorigen Ansprüche.

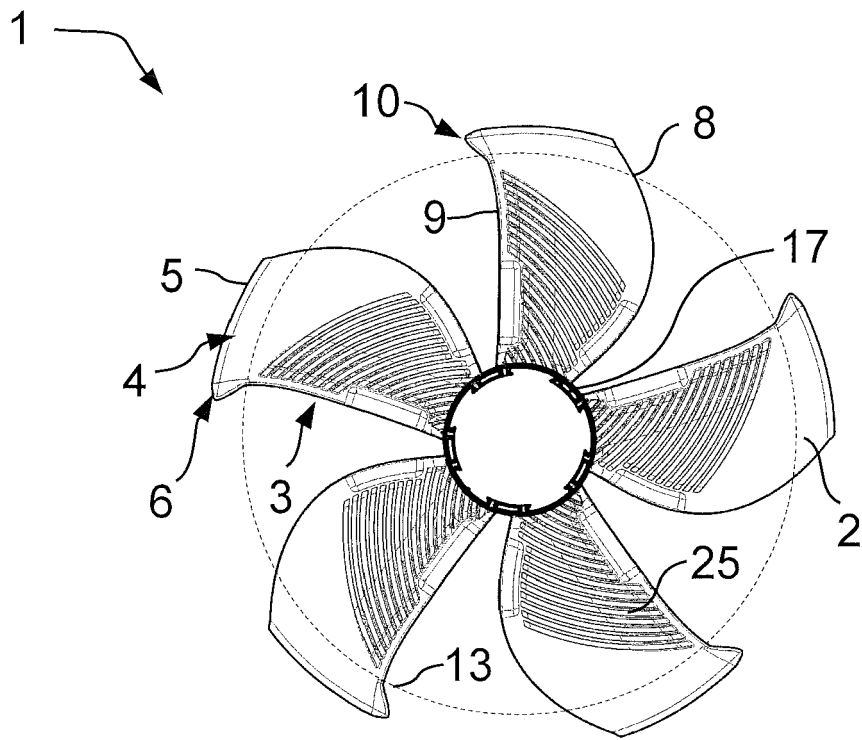


Fig. 1

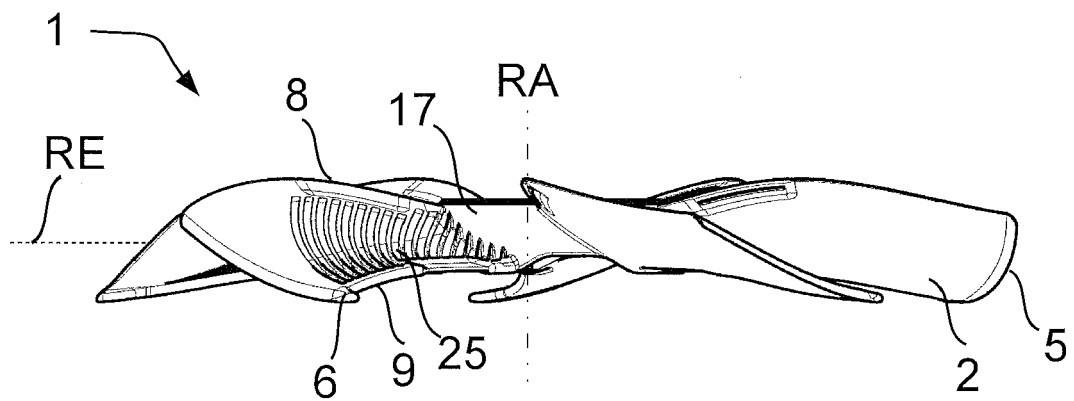


Fig. 2

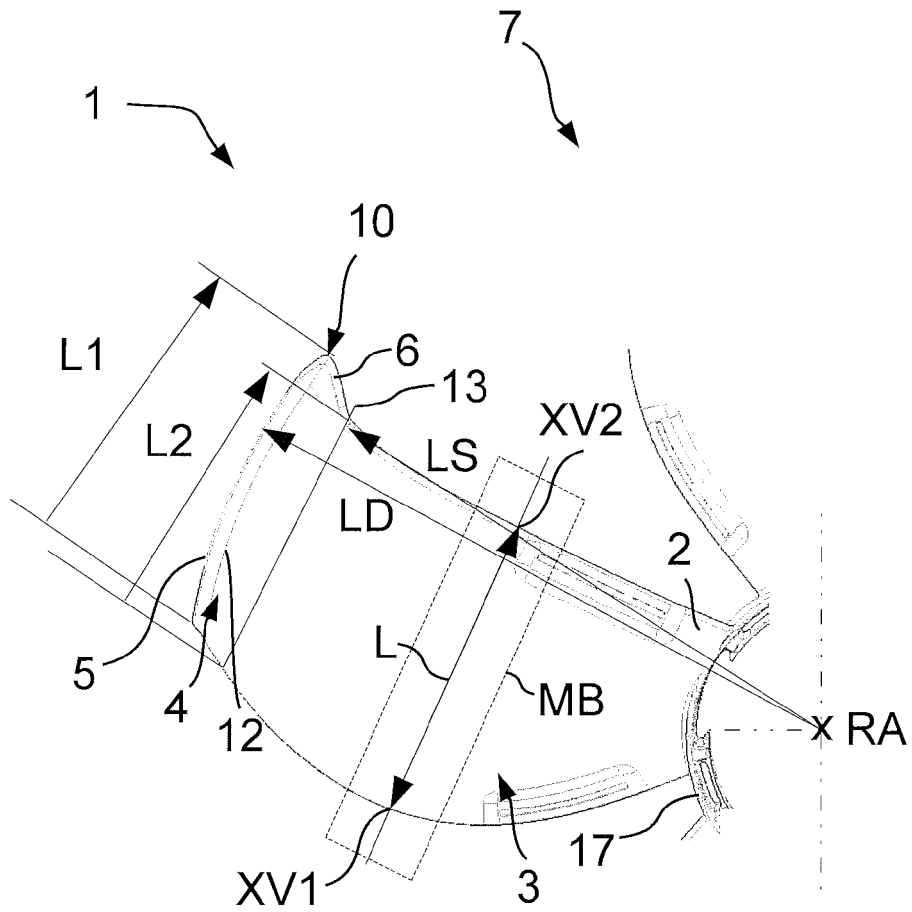


Fig. 3

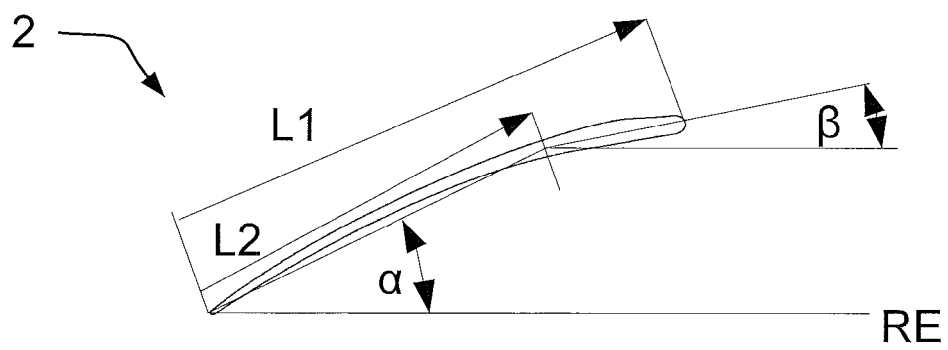


Fig. 4

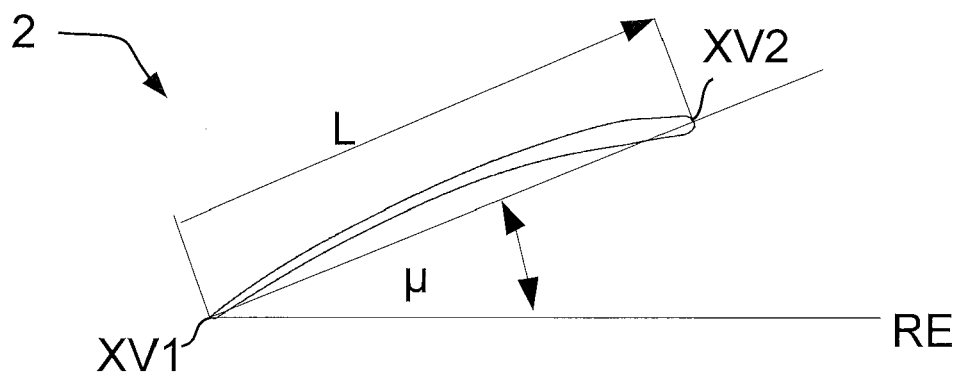


Fig. 5

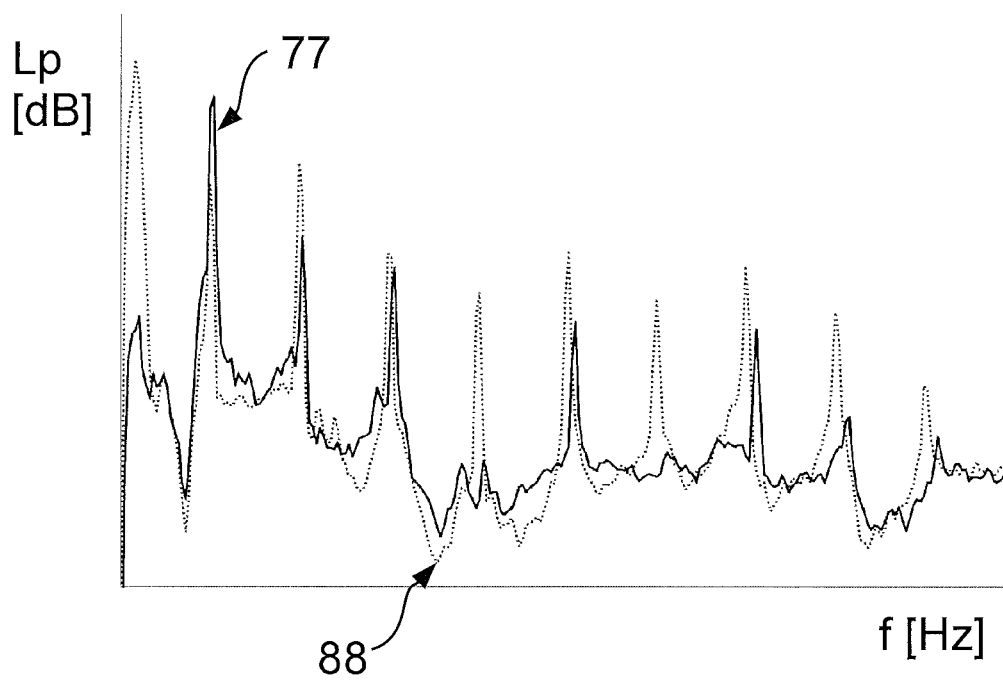


Fig. 6

$\mu/\mu_{\max}$

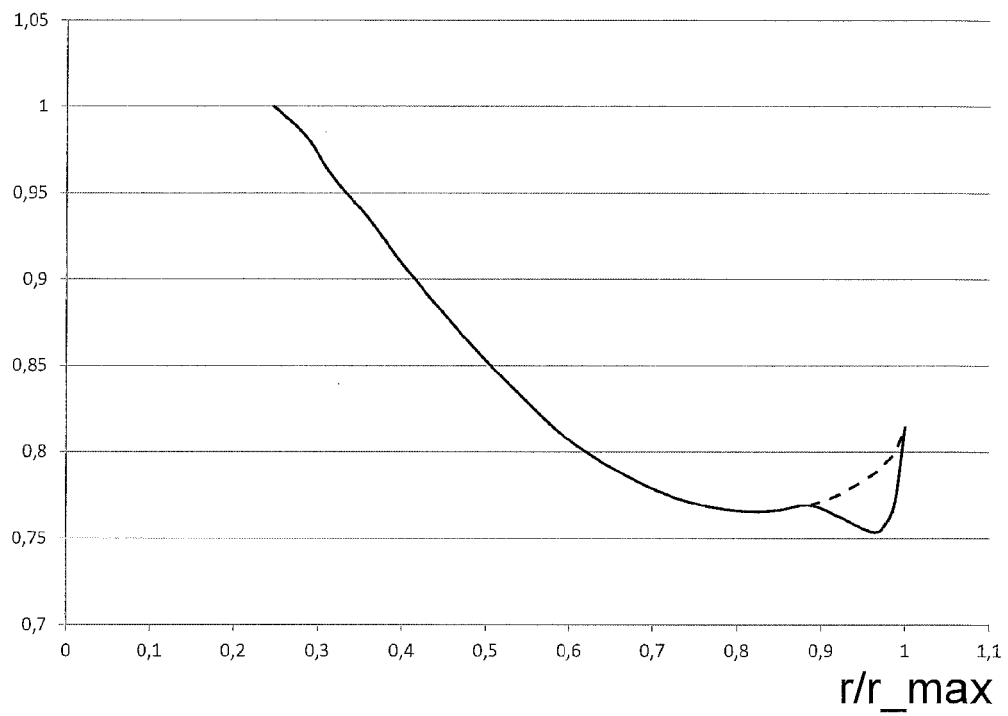


Fig. 7

$L/L_{\max}$

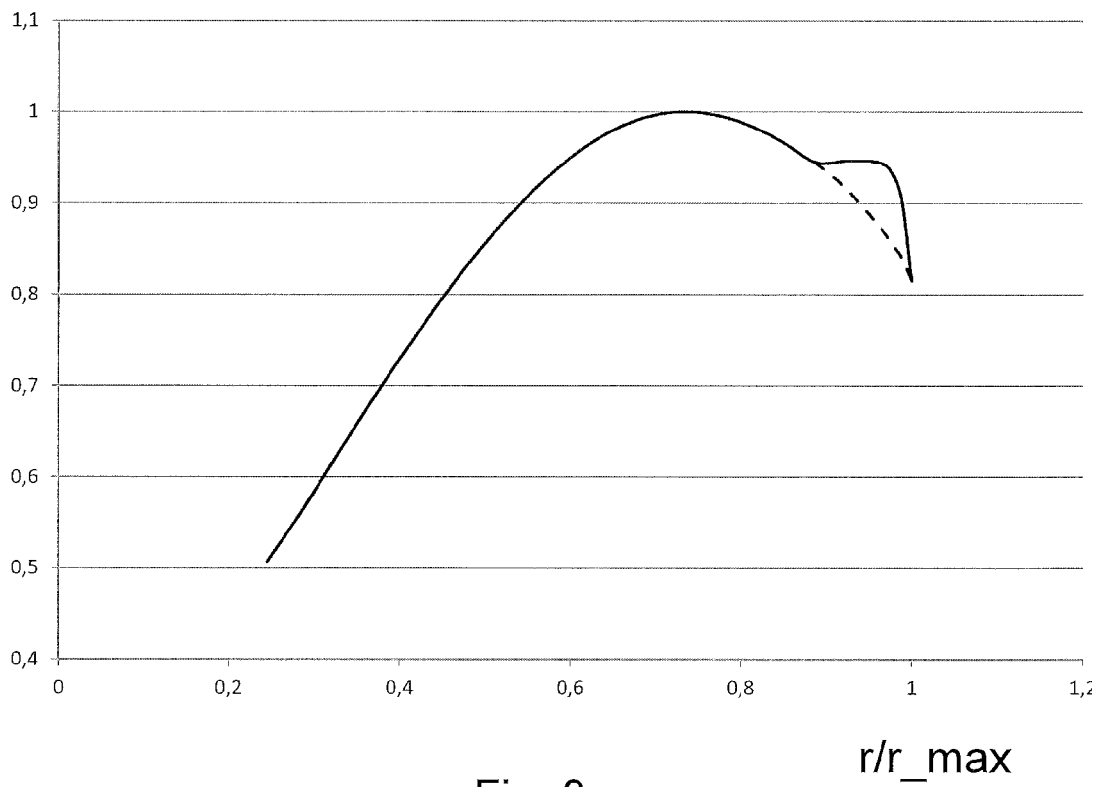


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 15 8943

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 029 336 A1 (EBM PAPST Mulfingen GmbH & Co [DE]) 8. Juni 2016 (2016-06-08) * Absätze [0020] - [0026] * * Abbildungen 1-3 *	1-16	INV. F04D29/38 F04D29/68
X	WO 2009/019559 A1 (SPAL Automotive Srl [IT]; Spaggiari Alessandro [IT]) 12. Februar 2009 (2009-02-12) * Seite 2, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 28 * * Abbildungen 1-3 *	1,2,4-8, 13,15,16	
A	----- * Seite 2, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 28 * * Abbildungen 1-3 *	3,9-12, 14	
X	WO 96/16272 A1 (ITT Automotive Electrical Syst [US]) 30. Mai 1996 (1996-05-30) * Seite 11, Zeile 7 - Seite 14, Zeile 4 * * Abbildungen 1,6,12,14 *	1,2,4, 6-8, 13-16 3,5,9-12	
A	----- * Seite 11, Zeile 7 - Seite 14, Zeile 4 * * Abbildungen 1,6,12,14 *		
X	WO 91/07593 A1 (Airflow Res & Mfg [US]) 30. Mai 1991 (1991-05-30) * Seite 3, Zeile 4 - Seite 4, Zeile 24 * * Abbildungen 1,1a,1b *	1,2, 4-11, 13-16 3,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- * Seite 3, Zeile 4 - Seite 4, Zeile 24 * * Abbildungen 1,1a,1b *		F04D
X	JP 2014 062534 A (Denso Corp) 10. April 2014 (2014-04-10) * Abbildungen 2,3,7,8 *	1,2, 4-11, 13-16 3,12	
A	----- * Abbildungen 2,3,7,8 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Juni 2020	
		Prüfer Gombert, Ralf	
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 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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 20 15 8943

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.

12-06-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3029336	A1	08-06-2016	KEINE		
15	WO 2009019559	A1	12-02-2009	BR	PI0813848 A2	06-01-2015
				CN	101772651 A	07-07-2010
				EP	2191145 A1	02-06-2010
				ES	2649787 T3	15-01-2018
				US	2011229330 A1	22-09-2011
				WO	2009019559 A1	12-02-2009
20	WO 9616272	A1	30-05-1996	AT	201253 T	15-06-2001
				DE	69520963 D1	21-06-2001
				DE	69520963 T2	20-12-2001
				EP	0839286 A1	06-05-1998
25				JP	H10510021 A	29-09-1998
				US	5624234 A	29-04-1997
				WO	9616272 A1	30-05-1996
30	WO 9107593	A1	30-05-1991	DE	69021076 T2	14-12-1995
				EP	0500782 A1	02-09-1992
				ES	2076511 T3	01-11-1995
				JP	H05501744 A	02-04-1993
				US	5064345 A	12-11-1991
				WO	9107593 A1	30-05-1991
35	JP 2014062534	A	10-04-2014	JP	6064487 B2	25-01-2017
				JP	2014062534 A	10-04-2014

EPO FORM P0461

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