

(19)



(11)

EP 2 466 150 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
F04D 29/38^(2006.01) F04D 29/68^(2006.01)
F04D 29/02^(2006.01) F04D 29/64^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11009938.9**

(22) Anmeldetag: **16.12.2011**

(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

(72) Erfinder:
• **Stephan, Michael**
74626 Bretzfeld-Waldbach (DE)
• **Gauss, Tobias**
74676 Niedernhall (DE)

(30) Priorität: **20.12.2010 DE 102010056145**

(74) Vertreter: **Jackisch-Kohl, Anna-Katharina**
Patentanwälte
Jackisch-Kohl & Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Ziehl-Abegg AG**
74653 Künzelsau (DE)

(54) Flügelrad für einen Ventilator sowie Verfahren zur Herstellung eines solchen Flügelrades

(57) Das Flügelrad ist für einen Ventilator vorgesehen und um eine Achse drehbar gelagert. Von einer Nabe (1) des Flügelrades stehen Lüfterflügel (3) ab, die am radial äußeren Rand mit wenigstens einem abstehenden Strömungselement (12) versehen sind. Mit radialem Abstand zu diesem Strömungselement (12) ist der Lüfterflügel (3) mit wenigstens einem weiteren Strömungselement (12') versehen, das auf einem zum Ablängen der Lüfterflügel (3) geeigneten Durchmesser liegt. Die Lüfterflügel (3) können somit längs des weiteren Strömungs-

elementes (12') durchtrennt werden, so dass sich Flügelräder mit kleinerem Durchmesser kostengünstig herstellen lassen. Die Lüfterflügel (3) werden, wenn ein Lüfterrad kleineren Durchmessers benötigt wird, längs des weiteren Strömungselementes (12') so durchtrennt, dass es am Außenrand des gekürzten Lüfterflügels (3) liegt. Das Lüfterrad mit kleinerem Durchmesser weist infolge des am radial äußeren Rand der gekürzten Lüfterflügel (3) befindlichen weiteren Strömungselementes (12') hervorragende Eigenschaften, wie geringe Geräuschkentwicklung, auf.

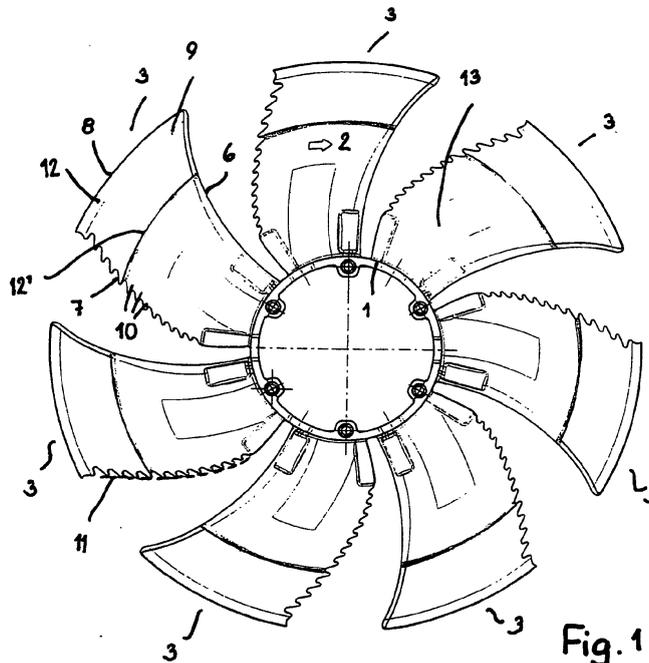


Fig. 1

EP 2 466 150 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flügelrad für einen Ventilator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Flügelrades nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0002] Es sind Flügelräder bekannt, deren Lüfterflügel am Außenrand mit quer abstehenden Strömungselementen versehen sind, die dafür sorgen, dass die mit solchen Flügelrädern ausgestatteten Ventilatoren geräuscharm arbeiten.

[0003] Da je nach Größe der Ventilatoren Flügelräder unterschiedlicher Durchmesser benötigt werden, sind für die unterschiedlichen Flügelradgrößen auch unterschiedliche Werkzeuge zu deren Herstellung notwendig. Die Investitionskosten für solche Werkzeuge sind jedoch sehr hoch.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Flügelrad sowie das gattungsgemäße Verfahren so auszubilden, dass Flügelräder unterschiedlichen Durchmessers kostengünstig hergestellt werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird beim gattungsgemäßen Flügelrad erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und beim gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0006] Das erfindungsgemäße Flügelrad zeichnet sich dadurch aus, dass es am radial äußeren Rand nicht nur das Strömungselement aufweist, sondern mit radialem Abstand von ihm mit wenigstens einem weiteren Strömungselement versehen ist. Dieses weiter innen liegende Strömungselement liegt auf einem zum Ablängen der Lüfterflügel geeigneten Durchmesser, erstreckt sich also entlang einer gedachten Trennlinie des Lüfterflügels. Die Lüfterflügel können längs des weiteren Strömungselementes durchtrennt werden. Auf diese Weise lassen sich kostengünstig Flügelräder mit kleinerem Durchmesser herstellen. Nach dem Ablängen liegt das weitere Strömungselement am radial äußeren Rand des gekürzten Lüfterflügels. Das Lüfterrad mit dem kleineren Durchmesser weist somit die gleichen Vorteile hinsichtlich hervorragender Geräuschwerte auf wie das Flügelrad mit großem Durchmesser. Zur Herstellung der Flügelräder mit kleinem Durchmesser ist somit kein gesondertes, teures Werkzeug erforderlich. Das Kürzen der Flügel ist mit keiner Verschlechterung der für den Ventilator wesentlichen Eigenschaften, wie geringer Geräuschentwicklung, verbunden.

[0007] Vorteilhaft sind die Strömungselemente der Lüfterflügel ähnlich ausgebildet. Die Flügelräder mit größerem oder kleinerem Durchmesser haben somit auch entsprechend gleiche Eigenschaften aufgrund der ähnlichen Gestaltung der Strömungselemente, die sich jeweils am radial äußeren Rand der Lüfterflügel befinden.

[0008] Vorteilhaft verlaufen die Strömungselemente der Lüfterflügel etwa parallel zueinander.

[0009] Eine besondere Ausführungsform ergibt sich,

wenn die axiale Höhe des einen Strömungselementes, vorzugsweise aller Strömungselemente, im Bereich der Vorderkante und der Hinterkante des Lüfterflügels ein Maximum hat. Auf Grund dieser Gestaltung der Strömungselemente ergibt sich eine hervorragende Geräuschreduzierung beim Einsatz des Flügelrades sowie ein optimaler behinderungsfreier Durchfluss der Luft von der Druck- zur Saugseite, wodurch die Geräuschverringerng begünstigt wird.

[0010] Bei einer besonderen Ausgestaltung nimmt das Verhältnis der axialen Höhe wenigstens des einen Strömungselementes, vorzugsweise aller Strömungselemente, zur axialen Dicke des Lüfterflügels im Bereich des Strömungselementes im Bereich von der Vorderkante und/oder der Hinterkante ab. Die Höhe des Strömungselementes kann bis auf 0 im Bereich zwischen Vorder- bzw. Hinterkante des Lüfterflügels abnehmen. Eine solche Ausbildung trägt zur Geräuschreduzierung sowie zum optimalen behinderungsfreien Durchfluss der Luft bei.

[0011] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform erstrecken sich die Strömungselemente zwischen der Vorder- und der Hinterkante des Lüfterflügels.

[0012] Von Vorteil ist es, wenn die Vorderkante des Lüfterflügels über ihre Länge zumindest teilweise konkav und/oder die Hinterkante des Lüfterflügels über ihre Länge zumindest teilweise konvex ausgebildet ist. Auch diese Gestaltung trägt zur Geräuschverringerng des Ventilators im Betrieb bei.

[0013] Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden die Lüfterflügel, wenn ein Lüfterrad kleineren Durchmessers benötigt wird, längs des weiteren Strömungselementes so durchtrennt, dass dieses weitere Strömungselement am Außenrand des gekürzten Lüfterflügels liegt. Auf Grund dieser Verfahrensweise wird ein Lüfterrad mit kleinerem Durchmesser erzeugt, dessen Lüfterflügel am radial äußeren Rand mit einem Strömungselement versehen sind. Dann weist auch das Lüfterrad mit dem geringeren Durchmesser gleiche hervorragende Eigenschaften auf wie das Lüfterrad, dessen Lüfterflügel nicht gekürzt sind.

[0014] Bei einer einfachen und kostengünstigen Verfahrensweise wird der Lüfterflügel längs des weiteren Strömungselementes durchgesägt.

[0015] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0016] Die Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Draufsicht auf die Saugseite eines erfindungsgemäßen Flügelrades,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Flügelrades gemäß Fig. 1,

Fig. 3 in vergrößerter Darstellung einen Teil eines Lüf-

terflügels des erfindungsgemäßen Flügelrades,

Fig. 4 in perspektivischer Darstellung den Lüfterflügel gemäß Fig. 3,

Fig. 5 eine andere perspektivische Darstellung des Lüfterflügels gemäß Fig. 3.

[0017] Das im Folgenden beschriebene Flügelrad ist für einen Ventilator vorgesehen, der ein Gehäuse mit einem zylindrischen Mantel aufweist, der einen Förderkanal umschließt. Das Flügelrad ist im Förderkanal untergebracht.

[0018] Das Flügelrad hat eine Nabe 1, das auf einer Welle drehfest gelagert und in Pfeilrichtung 2 drehbar angetrieben ist.

[0019] Von der Nabe 1 stehen Lüfterflügel ab, die sich bis nahe an den Gehäusemantel des Ventilators erstrecken. Die Luft strömt zwischen dem radial äußeren Rand der Lüfterflügel 3 und der Innenseite des Gehäusemantels von der Druckseite 4 im Wesentlichen störungsfrei zur Saugseite 5 des Flügelrades (Fig. 5).

[0020] Damit beim Betrieb des Ventilators die Geräuschentwicklung in einem für das menschliche Ohr angenehmen Frequenzspektrum liegt, ist es vorteilhaft, wenn die Lüfterflügel 3 über den Umfang der Nabe 1 ungleichmäßig verteilt sind. Das Flügelrad kann selbstverständlich auch so ausgebildet sein, dass die Lüfterflügel 3 gleichmäßig über den Umfang der Nabe 1 verteilt angeordnet sind.

[0021] Die Lüfterflügel 3 haben jeweils eine in Drehrichtung 2 vorn liegende Vorderkante 6 sowie eine in Drehrichtung 2 hinten liegende Hinterkante 7. Die Vorderkante 6 ist, in Achsrichtung des Flügelrades gesehen, sichelförmig ausgebildet, d.h. sie hat einen konkaven Verlauf. Die Vorderkante 6 erstreckt sich von der Nabe 1 aus bis zum Außenrand 8, der sich in Umfangsrichtung des Flügelrades erstreckt. Dieser Außenrand 8 hat einen radialen Abstand von der Mantelinnenseite des Ventilatorgehäuses. Dieser Abstand ist so eingestellt, dass die Verlustströmung möglichst gering ist und eine nur geringe Geräuschentwicklung auftritt, wenn die Luft von der Druckseite 4 durch den durch den Abstand gebildeten Strömungsspalt zur Saugseite 5 strömt.

[0022] Vorteilhaft liegt der Bereich 9, an dem die Vorderkante 6 den Außenrand 8 schneidet, in Drehrichtung 2 weiter vorn als der Anschlussbereich der Vorderkante 6 an den Mantel der Nabe 1. Wird eine Radiale durch die Achse des Flügelrades und durch den Eckbereich 9 gezogen, dann liegt, in Achsrichtung des Flügelrades gesehen, der Anschlussbereich der Vorderkante 6 an den Nabenmantel in Drehrichtung 2 hinter dieser Radialen. Durch eine solche Ausbildung der Lüfterflügel 3 ergibt sich eine Geräuschverringerung beim Betrieb des Ventilators und eine Verbesserung des Abrissverhaltens.

[0023] Die Hinterkante 7 des Lüfterflügels 3 verläuft über mindestens einen Teil ihrer Länge konvex. Der kon-

vexe Verlauf kann von der Nabe 1 bis zum Außenrand 8 des Lüfterflügels 3 vorgesehen sein. Es ist auch möglich, den konvexen Verlauf nur über eine Teillänge der Hinterkante 7 des Lüfterflügels 3 vorzusehen.

[0024] Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Hinterkante 7 über ihre Länge mit Zähnen 10 versehen, die sich jeweils in Richtung auf ihr freies Ende verzüngen. Die Zähne 10 können gleiche Umrissform haben. Bevorzugt sind die Zähne 10 so ausgebildet, dass ihre vorteilhaft spitz auslaufenden Enden bis zu einer konvex verlaufenden Hülllinie 11 ragen.

[0025] Die Zähne 10 können längs der Hinterkante 7 auch unterschiedliche Umrissformen und/oder unterschiedliche Länge haben. Durch entsprechende Wahl der Gestaltung der Zähne 10 lässt sich die Geräuschentwicklung des Ventilators an den jeweiligen Einsatzfall optimal anpassen.

[0026] Wie Fig. 2 zeigt, sind die Lüfterflügel 3 als gewundene Flügel und vorteilhaft gewölbt ausgebildet.

[0027] Am Außenrand 8 ist jeder Lüfterflügel 3 mit einem quer abstehenden Strömungselement 12 versehen, das sich vorteilhaft über die gesamte Länge des Außenrandes 8 zwischen der Vorderkante 6 und der Hinterkante 7 erstreckt. Die Strömungselemente 12 erstrecken sich zur Saugseite 5 des Lüfterflügels 3.

[0028] Bei einer (nicht dargestellten) Ausführungsform kann sich das Strömungselement 12 sowohl auf die Saugseite 5 als auch auf die Druckseite 4 hin erstrecken. Es ist weiter möglich, dass das Strömungselement 12 lediglich in Richtung auf die Druckseite 4 ragt.

[0029] Vorteilhaft sind die Strömungselemente 12 einstückig mit den Lüfterflügeln 3 ausgebildet, können aber auch vom Lüfterflügel 3 getrennte Bauteile sein, die an den Lüfterflügeln 3 in geeigneter Weise befestigt sind.

[0030] Wie Fig. 5 zeigt, hat das Strömungselement 12 im Bereich der Vorder- und der Hinterkante 6, 7 jeweils seine größte Höhe h , in Achsrichtung des Lüfterflügels gemessen. Die axiale Höhe h des Strömungselementes 12 nimmt von der Vorderkante 6 bzw. der Hinterkante 7 aus jeweils ab, bis das Strömungselement 12 im Bereich zwischen den beiden Kanten 6, 7 die Höhe 0 oder annähernd 0 hat. Dieser Bereich kann in halber Breite des Lüfterflügels 3 liegen. Der Lüfterflügel 3 selbst hat im Bereich des Strömungselementes 12 eine vorgegebene axiale Dicke d (Fig. 5).

[0031] Die axiale Höhe h des Strömungselementes 12 sowie die axiale Dicke d des Lüfterflügels 3 sind so auf einander abgestimmt, dass das Verhältnis h/d von der Vorderkante 6 sowie der Hinterkante 7 aus abnimmt. In dem Bereich, in dem die axiale Höhe h des Strömungselementes 12 nahezu 0 beträgt, ist dieses Verhältnis h/d am geringsten.

[0032] Je nach Anwendungsfall kann das Strömungselement 12 auch so gestaltet sein, dass seine minimale axiale Höhe h nicht in halber Breite des Lüfterflügels 3 liegt. Wesentlich ist, dass das Verhältnis h/d von der Vorderkante 6 bzw. der Hinterkante 7 aus abnimmt. Durch eine solche Gestaltung des Lüfterflügels 3 mit Strö-

mungselement 12 ergibt sich eine hervorragende Geräuschreduzierung beim Einsatz im Ventilator. Die Lüfterflügel 3 haben eine Flugzeugtragflächen-Profilform. Im Bereich der Vorderkante 6 ist der Lüfterflügels 3 abgerundet, während er im Bereich der Hinterkante 7 etwa spitz ausläuft. Im Bereich zwischen den beiden Kanten 6, 7 kann der Lüfterflügel 3 auch etwa konstante Querschnittsdicke haben. Das Strömungselement 12 ist so ausgebildet, dass seine axiale Erstreckung h von der Vorderkante 6 des Lüfterflügels 3 ausgehend über einen sehr kurzen Bereich stark zunimmt, bis das Strömungselement 12 mit geringem Abstand von der Vorderkante 6 seine größte axiale Höhe h aufweist. Ähnlich nimmt die axiale Höhe h des Strömungselementes 12 von der Hinterkante 7 aus über einen sehr kurzen Bereich sehr stark zu, bis das Strömungselement 12 mit geringem Abstand von der Hinterkante 7 in diesem Bereich seine größte axiale Höhe h aufweist, die in Richtung auf die Mitte des Lüfterflügels 3 abnimmt (Fig. 5). Aufgrund dieser Ausbildung hat das Strömungselement 12 einen völlig anderen Verlauf als der Lüfterflügel 3 im Bereich des Strömungselementes 12.

[0033] Die Lüfterflügel 3 sind mit radialem Abstand zum Strömungselement 12 mit einem weiteren Strömungselement 12' versehen, das vorzugsweise gleich ausgebildet ist wie das Strömungselement 12 am Außenrand 8 des Lüfterflügels 3. Das zusätzliche Strömungselement 12' erstreckt sich vorteilhaft zwischen der Vorderkante 6 und der Hinterkante 7 und ist wie das Strömungselement 12 auf der Saugseite 5 des Lüfterflügels 3 vorgesehen. Das Strömungselement 12' kann sich ebenfalls sowohl auf die Saugseite 5 als auch auf die Druckseite 4 erstrecken. Ebenfalls ist es möglich, dass das Strömungselement 12' lediglich in Richtung auf die Druckseite 4 ragt. Von Vorteil ist es, wenn die beiden Strömungselemente 12, 12' jeweils gleich in Bezug auf den Lüfterflügel 3 angeordnet sind.

[0034] Das zusätzliche Strömungselement 12' ermöglicht es, die Lüfterflügel 3 auf einen zweiten Laufraddurchmesser abzustimmen. Hierzu werden die Lüfterflügel 3 längs des Strömungselementes 12' abgetrennt, so dass das Strömungselement 12' sich nunmehr am Außenrand 8' des kürzeren Lüfterflügels 3 befindet. Die Lüfterflügel 3 werden längs des Strömungselementes 12' abgesägt. Durch den Sägevorgang entsteht kein Nachteil bezüglich einer Geräuschentwicklung. Es ist selbstverständlich möglich, den gesägten Bereich des Lüfterflügels 3 zu entgraten oder auf sonstige Weise nachzuarbeiten.

[0035] Es ist somit nicht mehr erforderlich, für die unterschiedlich langen Lüfterflügel 3 jeweils ein Werkzeug vorzusehen. Es reicht ein Werkzeug aus, mit dem der Lüfterflügel 3 mit den Strömungselemente 12 und 12' hergestellt werden kann. Wird der kürzere Lüfterflügel 3 benötigt, wird er in der beschriebenen Weise längs des Strömungselementes 12' abgetrennt. Der entstehende Lüfterflügel 3 weist dann an seinem Außenrand 8' das Strömungselement 12' auf, das somit die gleichen Wir-

kungen hat wie das Strömungselement 12 beim längeren Lüfterflügel 3. Die anhand des Strömungselementes 12 beschriebenen Vorteile treten auch beim abgesägten Lüfterflügel 3 mit dem Strömungselement 12' auf.

[0036] Aufgrund der beschriebenen Gestaltung der Lüfterflügel 3 werden erhebliche Kosten für die Werkzeuge eingespart. Das Strömungselement 12' ist vorteilhaft einstückig mit dem Lüfterflügel 3 ausgebildet. Es kann aber auch ein vom Lüfterflügel 3 getrenntes Bauteil sein, das am Lüfterflügel in geeigneter Weise befestigt wird.

[0037] Die Form des Strömungselementes 12' entspricht der Form des Strömungselementes 12, was anhand von Fig. 5 näher erläutert wird.

[0038] Das Strömungselement 12' hat im Bereich der Vorder- und der Hinterkante 6, 7 des Lüfterflügels 3 jeweils seine größte Höhe h' , in Achsrichtung des Lüfterflügels 3 gemessen. Die axiale Höhe h' des Strömungselementes 12' nimmt im Bereich von der Vorder- und Hinterkante 6, 7 aus jeweils ab, bis das Strömungselement 12' zwischen den beiden Kanten 6, 7 die Höhe 0 oder annähernd 0 hat. Dieser Bereich kann in halber Breite des Lüfterflügels 3 liegen. Im Bereich des Strömungselementes 12' hat der Lüfterflügel 3 die axiale Dicke d' . Im übrigen radial nach innen anschließenden Bereich kann der Lüfterflügel 3 unterschiedliche axiale Dicke haben.

[0039] Wie auch beim Strömungselement 12 sind beim Strömungselement 12' die axiale Höhe h' und die axiale Dicke d' so aufeinander abgestimmt, dass das Verhältnis h'/d' von der Vorderkante 6 sowie der Hinterkante 7 aus abnimmt. In dem Bereich, in dem die axiale Höhe h' nahezu 0 beträgt ist das Verhältnis h'/d' am geringsten.

[0040] Je nach Anwendungsfall kann das Strömungselement 12' so ausgebildet sein, das seine minimale axiale Höhe h' nicht in halber Breite des Lüfterflügels 3 liegt. Wesentlich ist auch beim Strömungselement 12', dass das Verhältnis h'/d' von der Vorderkante 6 bzw. der Hinterkante 7' abnimmt. Durch eine solche Gestaltung ergibt sich eine hervorragende Geräuschreduzierung beim Einsatz des Ventilators mit den gekürzten Lüfterflügeln 3.

[0041] Vorteilhaft ist der Lüfterflügel 3 auch im Bereich des Strömungselementes 12' mit einer Flugzeugtragflächen-Profilform versehen, bei der der Lüfterflügel 3 im Bereich der Vorderkante 6 abgerundet ist, während er im Bereich der Hinterkante etwa spitz ausläuft. Im Bereich zwischen den beiden Kanten 6, 7 kann der Lüfterflügel 3 auch etwa konstante Querschnittsdicke haben.

[0042] Das Strömungselement 12' ist ebenfalls so ausgebildet, dass seine axiale Erstreckung von der Vorderkante 6 ausgehend über einen sehr kurzen Bereich sehr stark zunimmt, bis das Strömungselement 12' mit geringem Abstand von der Vorderkante 6 seine größte axiale Höhe h' aufweist. Ähnlich nimmt die axiale Höhe h' des Strömungselementes 12' von der Hinterkante 7 aus über einen sehr kurzen Bereich sehr stark zu, bis das Strömungselement 12' mit geringem Abstand von der Hinterkante 7 seine größte axiale Höhe h' aufweist. Sie

nimmt dann in Richtung auf die Mitte des Lüfterflügels 3 ab. Aufgrund dieser Gestaltung hat das Strömungselement 12' einen völlig anderen Verlauf als der Lüfterflügel 3 im Bereich des Strömungselementes 12'.

[0043] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Strömungselement 12' so vorgesehen, dass es im Bereich der Hinterkante 7 im Bereich zwischen benachbarten Zähnen 10 an die Hinterkante 7 anschließt.

[0044] Die Lüfterflügel 3 können mit wenigstens einem weiteren Strömungselement versehen sein. Dann besteht die Möglichkeit, dass die Lüfterflügel durch Absägen an den entsprechenden Strömungselementen in unterschiedlichen Längen hergestellt werden können. Für diese unterschiedlichen Längen der Lüfterflügel ist wiederum nur ein einziges Werkzeug erforderlich, so dass erhebliche Werkzeugeinsparungen möglich sind.

[0045] Wird das Flügelrad mit den langen Lüfterflügeln 3 verwendet, dann sorgen die weiteren Strömungselemente für ein hervorragendes Laufverhalten und für eine nur sehr geringe Geräuschentwicklung.

[0046] Die Strömungselemente 12, 12' versteifen die ungekürzten Lüfterflügel 3. Sie können mit zusätzlichen Versteifungselementen 13 versehen sein (Fig. 1 und 5), die beispielsweise sickenförmig ausgebildet sind.

Patentansprüche

1. Flügelrad für einen Ventilator, das um eine Achse drehbar gelagert ist und eine Nabe aufweist, an der Lüfterflügel angeordnet sind, die am radial äußeren Rand mit wenigstens einem abstehenden Strömungselement versehen sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die Lüfterflügel (3) mit radialem Abstand vom Strömungselement (12) wenigstens ein weiteres Strömungselement (12') aufweisen, das auf einem zum Ablängen der Lüfterflügel (3) geeigneten Durchmesser liegt.
2. Flügelrad nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungselemente (12, 12') ähnlich sind.
3. Flügelrad nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Strömungselemente (12, 12') etwa parallel zueinander verlaufen.
4. Flügelrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Höhe (h, h') zumindest des einen Strömungselementes (12, 12'), vorzugsweise aller Strömungselemente, im Bereich der Vorderkante (6) und der Hinterkante (7) des Lüfterflügels (3) ein Maximum hat.
5. Flügelrad, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der

axialen Höhe (h, h') wenigstens des einen Strömungselementes (12, 12'), vorzugsweise aller Strömungselemente (12, 12'), zur axialen Dicke (d, d') des Lüfterflügels (3) im Bereich des Strömungselementes (12, 12') von der Vorderkante (6) und/oder der Hinterkante (7) des Lüfterflügels (3) aus abnimmt.

6. Flügelrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass sich die Strömungselemente (12, 12') zwischen der Vorderkante (6) und der Hinterkante (7) des Lüfterflügels (3) erstrecken.
7. Flügelrad nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorderkante (6) des Lüfterflügels (3) über ihre Länge zumindest teilweise konkav ausgebildet ist.
8. Flügelrad nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hinterkante (7) des Lüfterflügels (3) über ihre Länge zumindest teilweise konvex ausgebildet ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Lüfterrades nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Lüfterflügel (3) längs des weiteren Strömungselementes (12') so durchtrennt werden, dass das weitere Strömungselement (12') am Außenrand (8') des gekürzten Lüfterflügels (3) liegt.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Lüfterflügel (3) längs des weiteren Strömungselementes (12') durchgesägt wird.

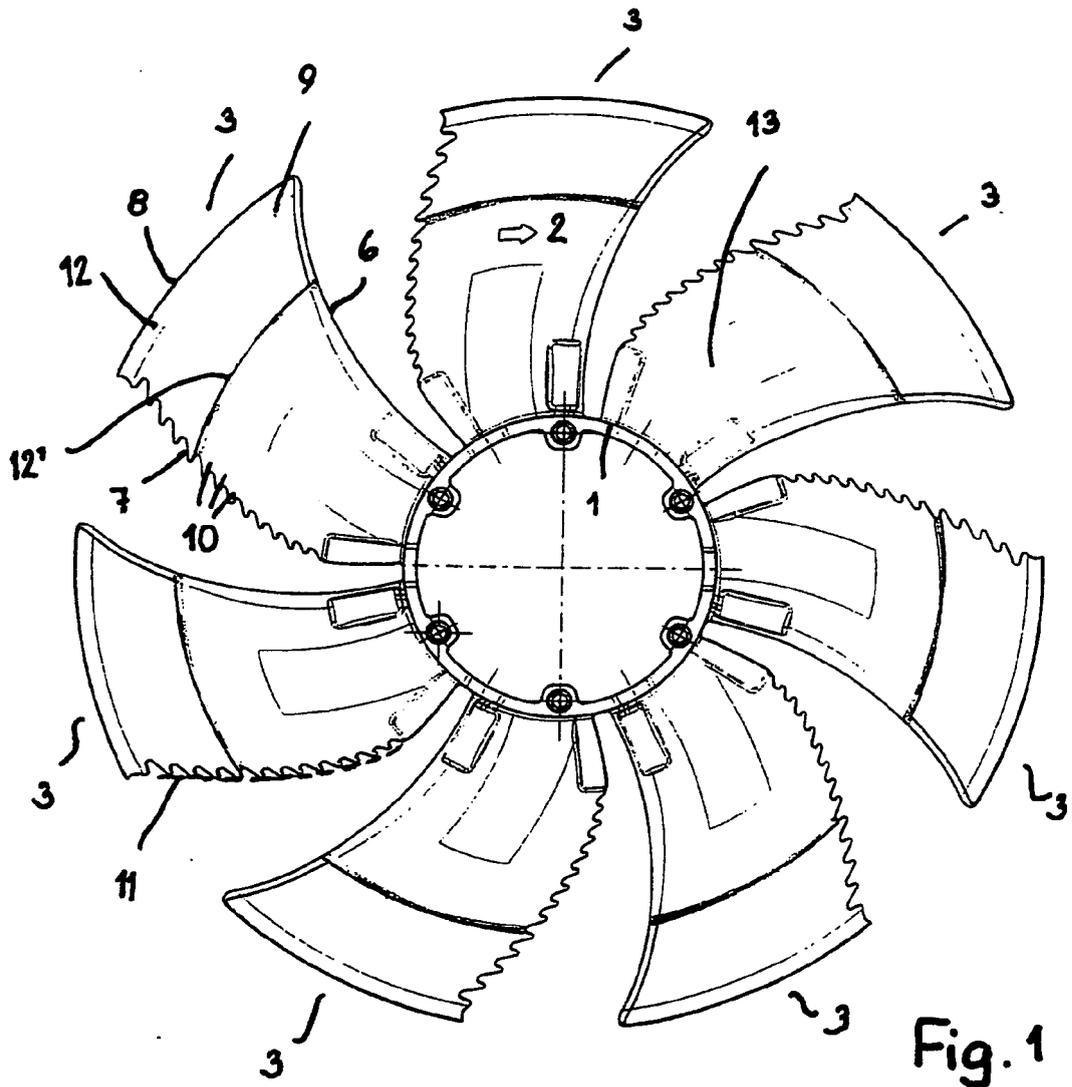


Fig. 1

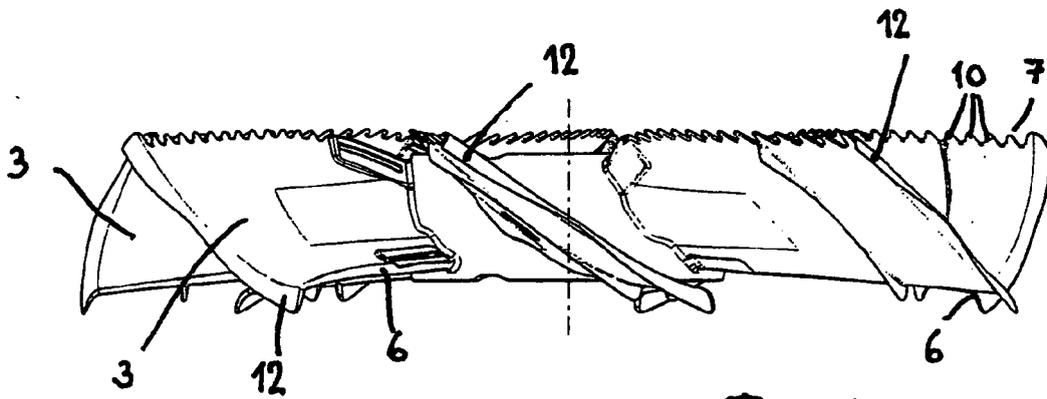


Fig. 2

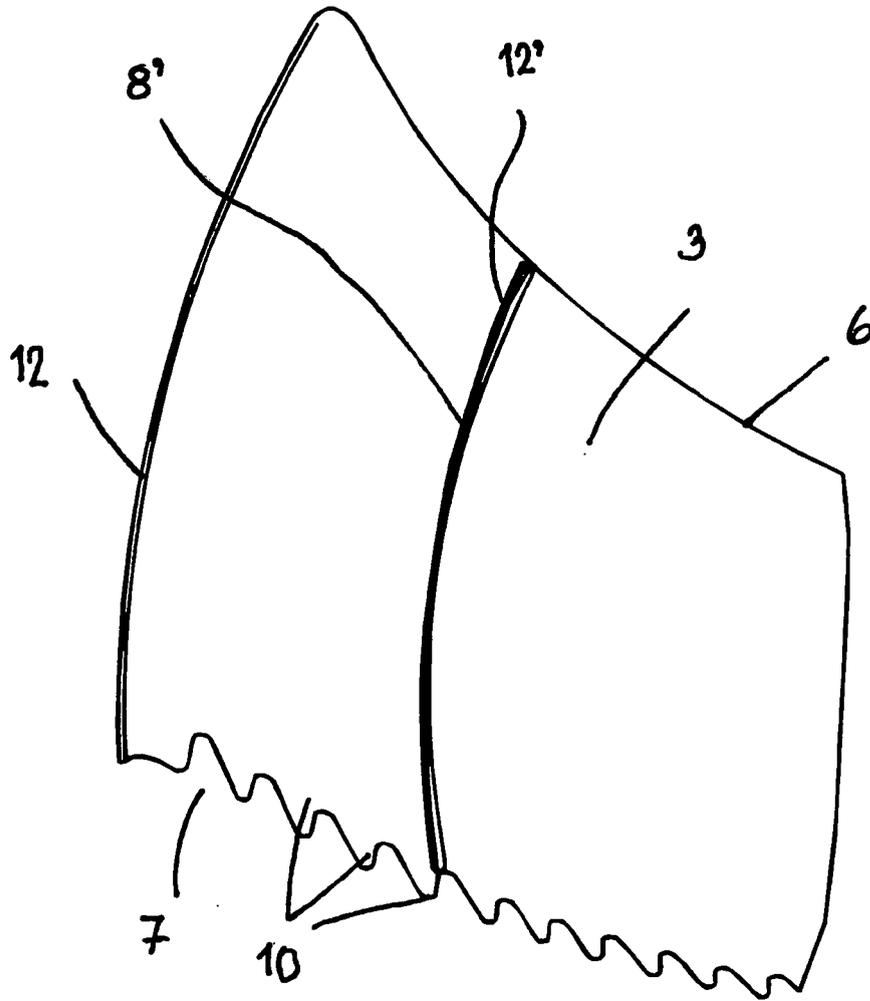


Fig. 3

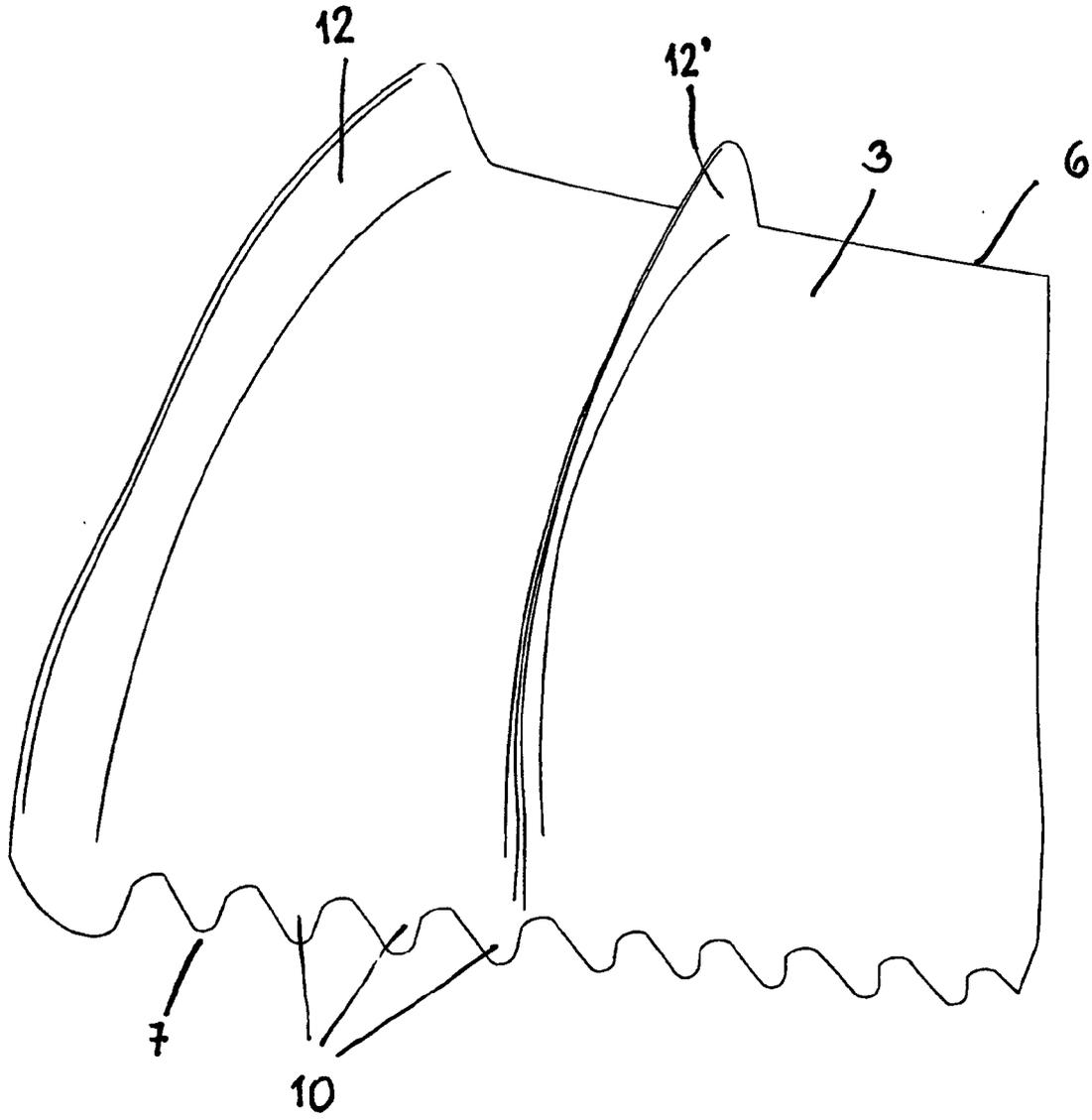


Fig. 4

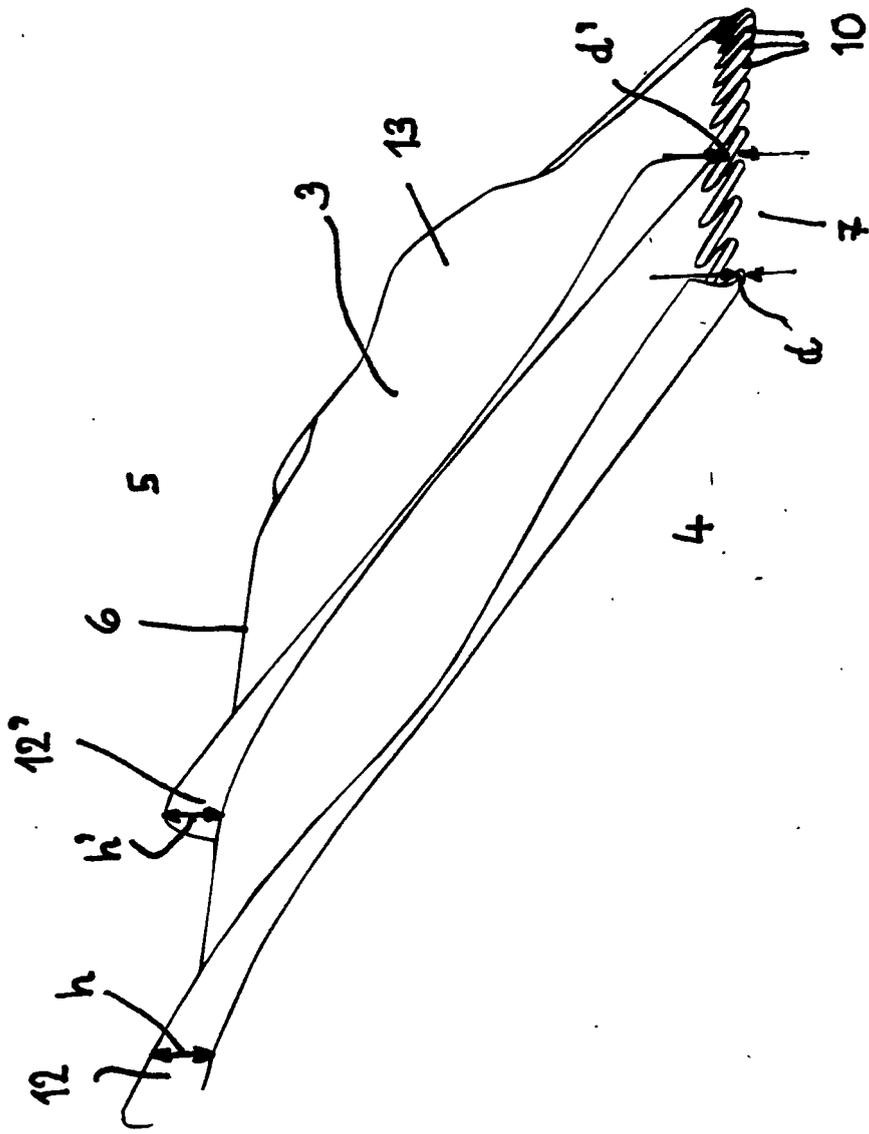


Fig. 5