

(19)



(11)

EP 4 530 474 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 17/06^(2006.01) F04D 29/28^(2006.01)
F04D 29/30^(2006.01) F04D 29/66^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24199809.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/281; F04D 17/06; F04D 29/30;
F04D 29/666; F05D 2250/184; F05D 2250/611

(22) Anmeldetag: **11.09.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **EBM-PAPST ST. GEORGEN GMBH & CO. KG**
78112 St. Georgen (DE)

(72) Erfinder: **RAGG, Peter**
78141 Schönwald (DE)

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

(30) Priorität: **26.09.2023 DE 102023126038**

(54) LÜFTERRAD MIT EINER EINE WELLIGKEIT AUFWEISENDEN BEGRENZUNGSFLÄCHE SOWIE LÜFTER MIT EINEM SOLCHEN LÜFTERRAD

(57) Die Erfindung betrifft ein Lüfterrad (1) zur Rotation um eine Rotationsachse (X), aufweisend eine Bodenscheibe (10) mit einer ersten in Axialrichtung einer Unterseite (B) zugewandten Fläche (11) und einer zweiten gegenüberliegenden einer Oberseite (A) zugewandten Fläche (12) sowie aufweisend eine Vielzahl von Schaufeln (20), welche sich von der zweiten Fläche (12) der Bodenscheibe (10) in Axialrichtung zu der Oberseite (A) hin erstrecken und zu der Oberseite (A) hin gemeinsam eine dritte Fläche (23) aufspannen, wobei

die erste Fläche (11) und/oder die zweite Fläche (12) und/oder die dritte Fläche (23) jeweils eine gewellte Begrenzungsfläche des Lüfterrades sind/ist, welche entlang zumindest einem Verlauf (30) in Umfangsrichtung (U) um die Rotationsachse (X) zumindest ein lokales Maximum (31) und/oder lokales Minimum (32) in Axialrichtung aufweist, sodass die zumindest eine Begrenzungsfläche entlang dem zumindest einem Verlauf (30) in Axialrichtung mehrfach gekrümmt ist und eine vorbestimmte Welligkeit aufweist.

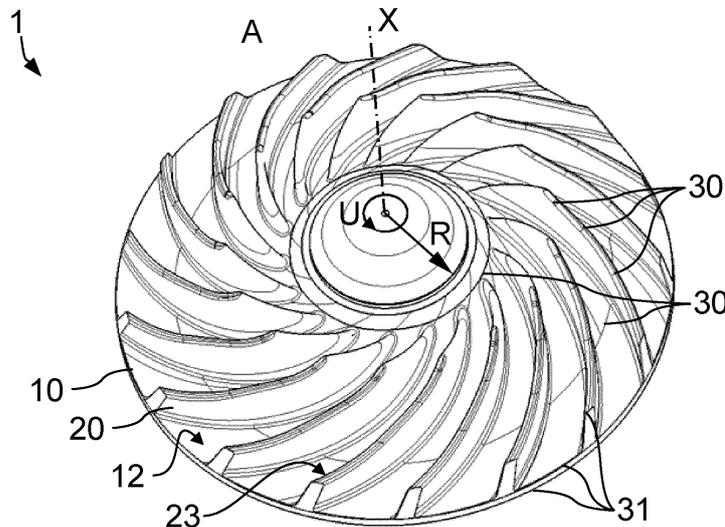


Fig. 1

EP 4 530 474 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein um eine Rotationsachse rotierbares Lüfterrad für ein Gebläse bzw. für einen Lüfter.

[0002] Lüfterräder und Lüfter sind in einer Vielzahl von Varianten aus dem Stand der Technik bekannt.

[0003] Unabhängig von der konkreten Anwendung, jedoch insbesondere bei Gebläsen für Beatmungsgeräte, ist ein ruhiger aber auch geräuscharmer Lauf der Lüfterräder wünschenswert und vorteilhaft.

[0004] Grundsätzlich gilt, dass rotatorisch d.h. um eine Rotationsachse angetriebene Lauf- bzw. Lüfterräder Schallemissionen erster, zweiter und höherer Ordnung erzeugen, wobei der Schall höherer Ordnung durch Dämmung, beispielsweise Schaum, oder andere Schallschutzmaßnahmen gut reduziert werden kann. Der Schall erster oder zweiter Ordnung mit beispielsweise der Drehfrequenz oder einem Vielfachen dieser, kann jedoch durch solche Maßnahmen nicht oder nur geringfügig beeinflusst werden.

[0005] Versuche und die Erfahrung an bekannten Beatmungsgebläsen haben gezeigt, dass der Schall bzw. die Schallemissionen erster und zweiter Ordnung insbesondere vom Planlauf und Rundlauf des Lüfterrades abhängig sind, sodass diese einen großen Einflussfaktor auf diese Schallemissionen darstellen. Je genauer Planlauf und Rundlauf d.h. je geringer die Höhendifferenz über eine Rotation bzw. je höher die Plan- und Rundlaufqualität desto geringer sind die dabei erzeugten Schallemissionen.

[0006] Mit den gegenwärtig bekannten und kosteneffizient umsetzbaren Herstellungsverfahren sind jedoch die Grenzen der Präzision zur Verbesserung der Plan- und Rundlaufqualität erreicht, sodass die Lüfterräder bzw. auch die dafür notwendigen Aufnahmen und Lagerungen in den Gebläsen nicht mit noch höherer Präzision sinnvoll hergestellt werden können.

[0007] Zur weiteren Senkung der Schallemissionen, insbesondere erster und zweiter Ordnung, wird daher im Stand der Technik teilweise vorgesehen, die Drehzahl der Lüfterräder zu reduzieren, wobei dadurch Gebläse mit zwei, drei oder mehr Verdichterstufen mit einem jeweiligen Lüfterrad notwendig werden, wodurch aber der notwendige Bauraum, der Fertigungsaufwand und auch die Herstellungskosten steigen.

[0008] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und ein Lüfterrad sowie einen ein solches Lüfterrad aufweisenden Lüfter bereitzustellen, bei welchem durch Rotation des Lüfterrades möglichst geringe Schallemissionen, insbesondere erster und zweiter Ordnung, erzeugt werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0010] Wie geschildert ist grundsätzlich bekannt, dass der Planlauf einen hohen Einfluss auf die erzeugten Schallemissionen erster und zweiter Ordnung hat. Dabei

kann ein bei der Messung des Planlaufs an einem Lüfterrad gemessener Planschlag (gemessene Höhendifferenz über eine Umdrehung) insbesondere von der Ausrichtung der Fläche, an welcher der Planlauf gemessen wird, gegenüber der Rotationsachse und von der Form bzw. Welligkeit der Fläche beeinflusst werden.

[0011] Verläuft also die Fläche, an welcher der Planlauf gemessen wird, verkippt bzw. nicht exakt orthogonal zu der Rotationsachse (Winkelfehler zur Rotationsachse) oder ist die Fläche nicht exakt eben, sondern unförmig bzw. wellig, verschlechtert sich der Planlauf und die erzeugten Schallemissionen steigen.

[0012] Bei einer Vielzahl von Versuchen hat sich jedoch überraschender Weise gezeigt, dass bei gleichen Messwerten für den Planlauf eine nicht exakt ebene Fläche deutlich geringere Schallemissionen erzeugt als eine gegenüber der Rotationsachse verkippte Fläche.

[0013] Erfindungsgemäß wird daher ein Lüfterrad zur Rotation um eine Rotationsachse vorgeschlagen, wobei das Lüfterrad insbesondere für die Verwendung in einem Lüfter, weiter insbesondere für ein Gebläse, vorgesehen bzw. ausgebildet ist. Soweit im Weiteren von Umfangsrichtung, Radialrichtung oder Axialrichtung gesprochen wird, beziehen sich diese jeweils auf die Rotationsachse, sodass also die Umfangsrichtung um die Rotationsachse, die Axialrichtung entlang bzw. parallel der Rotationsachse und die Radialrichtung ausgehend von der Rotationsachse verläuft. Das vorgeschlagene Lüfterrad weist eine Bodenscheibe sowie eine Vielzahl von Schaufeln auf, welche sich vorzugsweise spiralförmig d.h. gekrümmt von radialinnen nach radialaußen an der Bodenscheibe erstrecken. Entlang der Rotationsachse weist das Lüfterrad eine Oberseite und eine gegenüberliegende Unterseite auf, wobei die Bodenscheibe in Axialrichtung zu der Unterseite hin eine erste Fläche und zu der Oberseite hin eine zweite Fläche bestimmt d.h. jeweils aufweist oder aufspannt. Die Schaufeln erstrecken sich dabei von der zweiten Fläche der Bodenscheibe in Axialrichtung zu der Oberseite hin und spannen an ihrer zu der Oberseite gewandten Seite und insbesondere mit ihren jeweiligen Stirnseiten gemeinsam eine dritte Fläche auf. Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Fläche und/oder die zweite Fläche und/oder die dritte Fläche jeweils eine gewellte Begrenzungsfläche des Lüfterrades sind bzw. ist, sodass das Lüfterrad entsprechend zumindest eine gewellte Begrenzungsfläche und vorzugsweise drei gewellte Begrenzungsflächen aufweist. Die zumindest eine Begrenzungsfläche weist entlang zumindest einem insbesondere kreisförmigen und vorzugsweise zu der Rotationsachse konzentrischen Verlauf in Umfangsrichtung um die Rotationsachse zumindest ein lokales Maximum und/oder lokales Minimum d.h. zumindest einen lokalen Extrempunkt in Axialrichtung auf, sodass die zumindest eine Begrenzungsfläche entlang dem zumindest einem Verlauf in Axialrichtung mehrfach gekrümmt ist und die Begrenzungsfläche eine vorbestimmte Welligkeit aufweist, welche sich insbeson-

dere als ein Planlauf vorbestimmten Werts ausdrücken lässt. Weiter vorzugsweise ist die Begrenzungsfläche dabei stetig und/oder knickfrei. Weist die zumindest eine Begrenzungsfläche mehrere mehrfach gekrümmte Verläufe auf, ergibt sich, dass diese vorzugsweise zueinander konzentrisch und entsprechend in Radialrichtung zueinander beabstandet sind.

[0014] Bei erfindungsgemäß ausgebildeten Lüfterrädern hat sich gezeigt, dass die gezielt unförmigen bzw. gewellten Begrenzungsflächen vorteilhaft sind, da das durch den Planschlag bzw. den Verlauf verursachte Pulsen an dem Lüfterrad durch die Wellen bzw. die Welligkeit unterbrochen wird, sodass sich das Pulsen nicht in einer Schallemission bzw. in niedrigerer Schallemission niederschlägt.

[0015] In Radialrichtung kann die zumindest eine Begrenzungsfläche von den Verläufen in Umfangsrichtung unabhängig ausgebildet sein und dadurch beispielsweise eine im Wesentlichen ebene oder kegelstumpfförmige Grundform besitzen. Da die Begrenzungsfläche vorzugsweise sprungfrei ausgebildet ist, ergibt sich daraus, dass diese durch den Verlauf in Umfangsrichtung auch entlang eines sich in Radialrichtung erstreckenden Verlaufs gekrümmt bzw. als Freiformfläche ausgebildete ist, wobei für die durch die Rotation erzeugten Schallemissionen die Welligkeit in Umfangsrichtung bzw. der Planlauf entlang einer zu der Rotationsachse konzentrischen Bahn ausschlaggebend ist.

[0016] Da der Planlauf an Lüfterrädern gerade an zu der Rotationsachse konzentrischen und ringförmigen Bahnen gemessen wird, ergibt sich für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Lüfterrad insbesondere entlang der Bahn ein vorbestimmter Wert für den Planlauf als Maß der vorbestimmten Welligkeit.

[0017] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Lüfterrades sieht dabei vor, dass die gewellte Begrenzungsfläche, d.h. zumindest eine der Begrenzungsflächen bzw. die durch die erste Fläche und/oder die durch die zweite Fläche und/oder die durch die dritte Fläche gebildete Begrenzungsfläche, eine das Lüfterrad nach radialaußen begrenzende, die Rotationsachse ringförmig umlaufende Randkontur aufweist, welche einem der Verläufe oder dem einem Verlauf entspricht.

[0018] Die gewellte Begrenzungsfläche, d.h. wiederum zumindest eine der Begrenzungsflächen bzw. die durch die erste Fläche und/oder die durch die zweite Fläche und/oder die durch die dritte Fläche gebildete Begrenzungsfläche, kann genau einen Verlauf oder mehrere Verläufe aufweisen. Sind mehrere Verläufe vorgesehen, sind diese - wie bereits dargelegt - insbesondere konzentrisch zueinander und in Radialrichtung beabstandet.

[0019] In dem Fall, dass die die gewellte Begrenzungsfläche mehrere Verläufe aufweist, welche insbesondere zueinander konzentrisch und in Radialrichtung beabstandet sind, ist zudem ferner vorzugsweise vorgesehen, dass die Verläufe in Umfangsrichtung um die Rotationsachse eine identische oder eine unterschiedliche Zahl

von lokalen Maxima und/oder lokalen Minima mit identischen oder unterschiedlichen Höhendifferenzen zu den jeweils unmittelbar benachbarten Extremwerten aufweisen.

[0020] Die Bodenscheibe und die Schaufeln sind vorzugsweise integral d.h. stoffschlüssig miteinander ausgebildet.

[0021] Wie bei sich von einer Bodenscheibe in Axialrichtung erstreckenden Schaufeln, welche auch als Flügel bezeichnet werden können, üblich, weisen die Schaufeln jeweils radialinnen eine Schaufeleintrittshöhe und radialaußen eine Schaufelaustrittshöhe auf. Ein gefördert Fluid kann entsprechend radialinnen in einen durch zwei benachbarte Schaufeln gebildeten und in Umfangsrichtung durch diese begrenzten Fluidkanal ein- und radialaußen austreten.

[0022] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Variante erwiesen, bei welcher die lokalen Maxima und/oder die lokalen Minima des zumindest einen Verlaufs eine lokale Höhendifferenz von 2 bis 40 %, vorzugsweise 7 bis 35%, weiter vorzugsweise 12 bis 30%, noch weiter vorzugsweise 17 bis 25%, der Schaufelaustrittshöhe zu jeweils unmittelbar benachbarten Extrempunkten d.h. im Falle von lokalen Maxima zu den jeweils unmittelbar benachbarten lokalen Minima und im Falle von lokalen Minima zu den jeweils unmittelbar benachbarten lokalen Maxima aufweisen.

[0023] Anders formuliert bzw. alternativ, weist ein durch das lokale Maximum oder das lokale Minimum bestimmte Scheitelpunkt vorzugsweise einen Höhenunterschied bzw. -differenz von 2 bis 40%, vorzugsweise 7 bis 35%, weiter vorzugsweise 12 bis 30%, noch weiter vorzugsweise 17 bis 25%, der Schaufelaustrittshöhe zu einer Referenzebene auf, von welcher ausgehend der Verlauf definiert ist.

[0024] Es hat sich zudem herausgestellt, dass das Verhältnis der Wellen auf der Begrenzungsfläche zu der Anzahl der Schaufeln den entstehenden Schall beeinflusst und bei einem ungünstigen Verhältnis gegebenenfalls verstärken kann. Um eine solche Verstärkung des Schalls zu vermeiden, ist weiter vorzugsweise vorgesehen, dass das Lüfterrad eine erste Zahl von Schaufeln aufweist und der zumindest eine Verlauf eine zweite Zahl von lokalen Maxima und/oder lokalen Minima bzw. eine zweite Zahl von Wellen bestimmt, wobei die erste Zahl und die zweite Zahl keinen gemeinsamen Teiler haben. Sind mehrere Verläufe vorgesehen, kann die zweite Zahl der Verläufe voneinander abweichen, wobei vorzugsweise jeweils gilt, dass die erste Zahl und jede der zweiten Zahlen keinen gemeinsamen Teiler haben.

[0025] Beispielsweise ergibt sich dadurch eine vorteilhafte Variante mit 7 Wellen bzw. 7 Maxima (und/oder Minima) und 17 Schaufeln.

[0026] Weiter kann das Lüfterrad zudem eine Deckscheibe aufweisen, welche die Schaufeln zu der Oberseite hin zumindest abschnittsweise überdeckt und sich in Radialrichtung entlang der Schaufeln erstreckt sowie gemeinsam mit den Schaufeln die dritte Fläche bestimm-

men kann.

[0027] Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lüfterrad handelt es sich ferner vorzugsweise um ein Radiallüfterrad oder ein Diagonallüfterrad.

[0028] Ein weiter Aspekt der Erfindung betrifft einen Lüfter mit einem erfindungsgemäßen Lüfterrad, bei welchem es sich entsprechend insbesondere um einen Radiallüfter oder Diagonallüfter handeln kann. Weiter werden vorliegend auch ein Gebläse und insbesondere auch ein Gebläse eines Beatmungsgeräts als ein Lüfter im Sinne der Erfindung verstanden. Neben dem erfindungsgemäßen Lüfterrad weist der Lüfter ein Gehäuse auf, in welchem das Lüfterrad aufgenommen ist. Das Gehäuse weist für zumindest eine Begrenzungsfläche des Lüfterrades eine der jeweiligen Begrenzungsfläche zugeordnete Gegenfläche auf, welche durch einen Spalt zu der jeweils zugeordneten Begrenzungsfläche beabstandet ist.

[0029] Insbesondere weist das Gehäuse eine erste Gegenfläche für eine durch die erste Fläche des Lüfterrades gebildete Begrenzungsfläche und eine zweite Gegenfläche für eine durch die dritte Fläche des Lüfterrades gebildete Begrenzungsfläche auf. Unabhängig davon, kann auch die zweite Fläche des Lüfterrades als Begrenzungsfläche ausgebildet sein.

[0030] Auch insbesondere für die erfindungsgemäßen Lüfter gilt, dass sich gezeigt hat, dass die gezielt unförmigen bzw. gewellten Begrenzungsflächen vorteilhaft sind, da das durch den Planschlag bzw. den Verlauf verursachte Pulsen in Zusammenspiel mit der jeweiligen Gegenfläche an dem Gehäuse durch die Wellen bzw. die Welligkeit unterbrochen wird, sodass sich das Pulsen nicht in einer Schallemission bzw. in Schallemission niedrigerer Ordnung niederschlägt.

[0031] Weiter ist für den Lüfter vorzugsweise vorgesehen, dass die Gegenfläche bzw. die Gegenflächen in Umfangsrichtung um die Rotationsachse, also entlang allen in Umfangsrichtung verlaufenden Verläufen, frei von lokalen Minima und lokalen Maxima sind, sodass die Gegenflächen in Umfangsrichtung nicht wellig bzw. frei von Wellen sind.

[0032] Zudem kann vorgesehen sein, dass die jeweilige Gegenfläche in Radialrichtung korrespondierend zu der zugeordneten Begrenzungsfläche ausgebildet ist, sodass ein axialer Abstand der Gegenfläche zu der Begrenzungsfläche über den Verlauf der Gegenfläche in Radialrichtung im Wesentlichen konstant ist. Entsprechend weist der zumindest eine Spalt oder zumindest einer der Spalte entlang seines Verlaufs in Radialrichtung eine im Wesentlichen gleichbleibende axiale Erstreckung auf. Dies ist insbesondere bei einer Gegenfläche vorteilhaft, welche einer durch die dritte Fläche des Lüfterrades gebildeten Begrenzungsfläche zugeordnet ist, da der hierbei gebildete Spalt als Kopfspalt bezeichnbar ist, welcher für die Effizienz des Lüfters von hoher Relevanz ist.

[0033] Vorteilhaft kann das Gehäuse in eine Oberschale und eine Unterschale geteilt sein, wobei das Lüft-

errad hierbei in einem von Oberschale und Unterschale gemeinsam gebildeten Aufnahmeraum angeordnet ist. Die Oberschale sowie die Unterschale bilden hierbei jeweils eine Gegenfläche, wobei die Gegenfläche der Unterschale vorzugsweise einer Begrenzungsfläche zugeordnet ist, welche durch die erste Fläche des Lüfterrades gebildet ist, und die Gegenfläche der Oberschale vorzugsweise einer Begrenzungsfläche zugeordnet ist, welche durch die dritte Fläche des Lüfterrades gebildet bzw. bestimmt ist.

[0034] Die vorstehend offenbarten Merkmale sind beliebig kombinierbar, soweit dies technisch möglich ist und diese nicht im Widerspruch zueinander stehen.

[0035] 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:

20 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Lüfterrades;

Fig. 2 eine Seitenansicht auf ein Lüfterrad;

25 Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Bodenscheibe eines Lüfterrades;

Fig. 4 eine Seitenansicht auf eine Bodenscheibe eines Lüfterrades;

30 Fig. 5 Gegenüberstellung einer Abwicklung der radialen Außenkanten von Lüfterrädern;

35 Fig. 6 Schnittdarstellung durch einen Lüfter mit einem darin aufgenommenen Lüfterrad.

[0036] Die Figuren sind beispielhaft schematisch. Gleiche Bezugszeichen in den Figuren weisen auf gleiche funktionale und/oder strukturelle Merkmale hin.

40 **[0037]** In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Lüfterrad 1 in einer perspektivischen Ansicht dargestellt, welches in Figur 2 in einer Seitenansicht gezeigt ist. Die Figuren 3 und 4 zeigen eine Bodenscheibe 10 eines solchen Lüfterrades 1 ebenfalls in einer perspektivischen (Figur 3) und einer seitlichen (Figur 4) Ansicht.

45 **[0038]** Für ein solches durch die Figuren 1 bis 4 dargestelltes Lüfterrad 1 gilt grundsätzlich, dass dieses eine Bodenscheibe 10 und eine Vielzahl von sich davon in Axialrichtung weg erstreckende Schaufeln 20 aufweist, wobei Bodenscheibe 10 und Schaufeln 20 einstückig miteinander verbunden bzw. integral miteinander ausgebildet sein können.

50 **[0039]** Mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Schaufeln 20 der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind.

55 **[0040]** Werden Lauf- bzw. Lüfterräder im Allgemeinen und auch das in den Figuren 1 bis 6 dargestellte Lüfterrad 1 um ihre jeweilige Rotationsachse X rotiert, kann es

aufgrund eines Winkelfehlers gegenüber der Rotationsachse X oder aufgrund eines fehlerhaften Planlaufs zu einer hörbaren Pulsung d.h. zu störenden Schallemissionen kommen.

[0041] Zur Minimierung solcher Schallemissionen sieht das erfindungsgemäße Lüfterrad gemäß den Figuren 1 bis 6 vor, dass zumindest eine Begrenzungsfläche, an welcher die Pulsung beispielsweise durch ein entlang der Begrenzungsfläche strömendes Fluid oder durch Interaktion mit den im Weiteren noch genannten Gegenflächen des Gehäuses entstehen kann, entlang einer Bahn bzw. entlang zumindest eines Verlauf 30 in Umfangsrichtung eine vorbestimmte Welligkeit aufweist, wodurch die ansonsten entstehenden Pulse gebrochen und dadurch die Schallemissionen reduziert werden.

[0042] Ein Lüfterrad 1, wie es in den Figuren 1 bis 6 dargestellt ist, weist dabei an der Bodenscheibe 10 eine erste Fläche 11, welche zu der Unterseite B des Lüfterrades 1 gewandt ist, und eine zweite Fläche 12 auf, welche zu der Oberseite A des Lüfterrades 1 gewandt ist. Weiter spannen die Schaufeln 20 an ihrer zu der Oberseite A gewandten Stirnseite gemeinsam eine dritte Fläche 23 auf.

[0043] Insbesondere an diesen drei Flächen 11, 12, 23 kann es zu der Pulsung kommen, sodass zumindest eine der Flächen 11, 12, 23 und vorzugsweise - wie in den Figuren dargestellt - alle Flächen 11, 12, 23 als gewellte Begrenzungsfläche ausgebildet sind und jeweils zumindest einen Verlauf 30 in Umfangsrichtung U um die Rotationsachse X aufweisen, welcher jeweils wiederum zumindest ein lokales Maximum 32 bzw. zumindest ein lokales Minimum 33 aufweist sodass die jeweilige Begrenzungsfläche entlang des jeweiligen Verlaufs 30 in Axialrichtung mehrfach gekrümmt ist und eine vorbestimmte Welligkeit aufweist.

[0044] Die jeweiligen als Begrenzungsflächen vorgesehenen Flächen 11, 12, 23 weisen dabei jeweils eine radialäußere Randkontur 31 auf, welche das Lüfterrad 1 an der jeweiligen Fläche 11, 12, 23 nach radialaußen begrenzt. Vorteilhaft für die Unterbrechung der Pulsung ist dabei, wenn - wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel - die jeweilige Randkontur 31 jeweils als ein gewellter Verlauf ausgebildet ist. Besonders deutlich ist dies in den Figuren 2, 4 und 5 zu sehen, in welchen gut erkennbar ist, dass die Randkonturen - und mit Verweis auf Figur 4 auch die anderen Verläufe 30 - gerade nicht in einer Ebene liegen, sondern um eine jeweilige neutrale Ebene pendeln bzw. schwanken.

[0045] Bei Versuchen hat sich gezeigt, dass die Schallemissionen besonders stark reduziert werden, wenn eine Höhendifferenz D zwischen benachbarten Extrempunkten, d.h. die Höhendifferenz D eines Maximums 32 zu einem unmittelbar benachbarten Minimum 33 2 bis 40%, vorzugsweise 7 bis 35%, weiter vorzugsweise 12 bis 30%, noch weiter vorzugsweise 17 bis 25% der Schaufelaustrittshöhe H beträgt, was beispielsweise durch Zusammenschau der Figuren 2 und 5 veranschaulicht ist.

[0046] Grundsätzlich soll zudem in Figur 5 der Unterschied des erfindungsgemäßen Lüfterrades 1 zu einem herkömmlichen Lüfterrad 5 verdeutlicht werden. Im Stand der Technik ist meist vorgesehen das Lüfterrad 5 mit möglichst hoher Präzision gefertigt und dadurch ein Planlauf mit hoher Qualität erreicht wird. Entsprechend liegen die Randkonturen 51 des herkömmlichen Lüfterrades 5, wie sie in Figur 5 als Abwicklung dargestellt sind, in einer Ebene. Davon abweichend ist an den ebenfalls als Abwicklung dargestellten Randkonturen 31 des erfindungsgemäß ausgebildeten Lüfterrades 1 deutlich zu erkennen, dass diese um eine jeweilige Ebene schwanken und eine Vielzahl von Maxima 32 und Minima 33 bzw. eine vorbestimmte Welligkeit aufweisen.

[0047] In Figur 6 ist das erfindungsgemäße Lüfterrad 1 in ein Gehäuse 4 eingesetzt, wobei der dadurch gebildete Lüfter 2 in einer Schnittansicht dargestellt ist.

[0048] Konkret ist das Gehäuse 4 in einer Oberschale 41 und eine Unterschale 42 geteilt, welche gemeinsam einen Aufnahmeraum bilden, in welchem das Lüfterrad 1 drehbar gelagert aufgenommen und um die Rotationsachse X antreibbar ist.

[0049] Das Gehäuse 4 weist hierbei für die durch die dritte Fläche 23 des Lüfterrades 1 gebildete Begrenzungsfläche eine erste Gegenfläche 43 und für die durch die erste Fläche 11 des Lüfterrades 1 gebildete Begrenzungsfläche eine zweite Gegenfläche 44 auf. Dabei ist zwischen der jeweiligen Begrenzungsfläche und der Gegenfläche 44, 45 ein Spalt 45, 46 ausgebildet, wobei der Spalt 45 als für die Effizienz des Lüfters 2 besonders relevanter Kopfspalt bezeichnbar ist, da durch den Kopfspalt die Rückströmung des geförderten Fluides von der Abströmseite (Unterseite B) zu der Einstromseite (Oberseite A) verhindert werden soll.

[0050] Dabei ist vorzugsweise und wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die Gegenflächen 43, 44 in Umfangsrichtung U frei von Wellen sind.

[0051] 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 garteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Lüfterrad (1) zur Rotation um eine Rotationsachse (X),

aufweisend eine Bodenscheibe (10) mit einer ersten in Axialrichtung einer Unterseite (B) zugewandten Fläche (11) und einer zweiten gegenüberliegenden einer Oberseite (A) zugewandten Fläche (12) sowie aufweisend eine Vielzahl von Schaufeln (20), welche sich von der zweiten Fläche (12) der

- Bodenscheibe (10) in Axialrichtung zu der Oberseite (A) hin erstrecken und zu der Oberseite (A) hin gemeinsam eine dritte Fläche (23) aufspannen,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Fläche (11) und/oder die zweite Fläche (12) und/oder die dritte Fläche (23) jeweils eine gewellte Begrenzungsfläche des Lüfterrades sind/ist, welche entlang zumindest einem Verlauf (30) in Umfangsrichtung (U) um die Rotationsachse (X) zumindest ein lokales Maximum (32) und/oder lokales Minimum (33) in Axialrichtung aufweist, sodass die zumindest eine Begrenzungsfläche entlang dem zumindest einem Verlauf (30) in Axialrichtung mehrfach gekrümmt ist und eine vorbestimmte Welligkeit aufweist.
2. Lüfterrad nach Anspruch 1,
wobei die gewellte Begrenzungsfläche eine das Lüfterrad (1) nach radialaußen begrenzende, die Rotationsachse (X) ringförmig umlaufende Randkontur (31) aufweist, welche einem der Verläufe (30) entspricht.
3. Lüfterrad nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die gewellte Begrenzungsfläche genau einen Verlauf (30) oder mehrere Verläufe (30) aufweist, welche insbesondere zueinander konzentrisch und in Radialrichtung (R) beabstandet sind.
4. Lüfterrad nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die gewellte Begrenzungsfläche mehrere Verläufe (30) aufweist, welche insbesondere zueinander konzentrisch und in Radialrichtung (R) beabstandet sind, wobei die Verläufe (30) in Umfangsrichtung (U) um die Rotationsachse (X) eine identische oder eine unterschiedliche Zahl von lokalen Maxima und/oder lokalen Minima mit identischen oder unterschiedlichen Höhendifferenzen zu den jeweils unmittelbar benachbarten Extremwerten aufweisen.
5. Lüfterrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Schaufeln (20) radialaußen in Axialrichtung (X) eine Schaufelaustrittshöhe (H) aufweisen und
wobei die lokalen Maxima und/oder lokalen Minima des zumindest einen Verlaufs (30) eine lokale Höhendifferenz (D) von 2 bis 40 % der Schaufelaustrittshöhe (H) zu jeweils unmittelbar benachbarten Extrempunkten aufweisen.
6. Lüfterrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Lüfterrad (1) eine erste Zahl von
- Schaufeln (20) aufweist,
der zumindest eine Verlauf (30) eine zweite Zahl von lokalen Maxima und/oder lokalen Minima bestimmt
und die erste Zahl und die zweite Zahl keinen gemeinsamen Teiler haben.
7. Lüfterrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Schaufeln (20) die dritte Fläche (23) gemeinsam mit einer Deckscheibe bestimmen, welche die Schaufeln (20) zu der Oberseite (A) hin zumindest abschnittsweise überdeckt und sich in Radialrichtung (R) entlang der Schaufeln (20) erstreckt.
8. Lüfterrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Lüfterrad (1) ein Radiallüfterrad oder ein Diagonallüfterrad ist.
9. Lüfter (2) mit einem Lüfterrad (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Gehäuse (4), in welchem das Lüfterrad (1) aufgenommen ist, wobei das Gehäuse (4) für zumindest eine Begrenzungsfläche des Lüfterrades eine der jeweiligen Begrenzungsfläche zugeordnete Gegenfläche (43, 44) aufweist, welche durch einen Spalt (45, 46) zu der jeweils zugeordneten Begrenzungsfläche beabstandet ist.
10. Lüfter nach dem vorhergehenden Anspruch,
wobei die Gegenflächen (43, 44) in Umfangsrichtung um die Rotationsachse (X) frei von lokalen Minima und lokalen Maxima sind, sodass die Gegenflächen (43, 44) in Umfangsrichtung (U) frei von Wellen sind.
11. Lüfter nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,
wobei die jeweilige Gegenfläche (43, 44) in Radialrichtung korrespondierend zu der zugeordneten Begrenzungsfläche ausgebildet ist, sodass ein axialer Abstand der Gegenfläche (43, 44) zu der Begrenzungsfläche über den Verlauf der Gegenfläche (43, 44) in Radialrichtung (R) konstant ist.
12. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 11,
wobei das Gehäuse (4) in eine Oberschale (41) und eine Unterschale (42) geteilt ist, das Lüfterrad (1) in einem von Oberschale (41) und Unterschale (42) gemeinsam gebildeten Aufnahmeraum angeordnet ist und die Oberschale (41) sowie die Unterschale (43) jeweils eine Gegenfläche (43, 44) ausbilden.

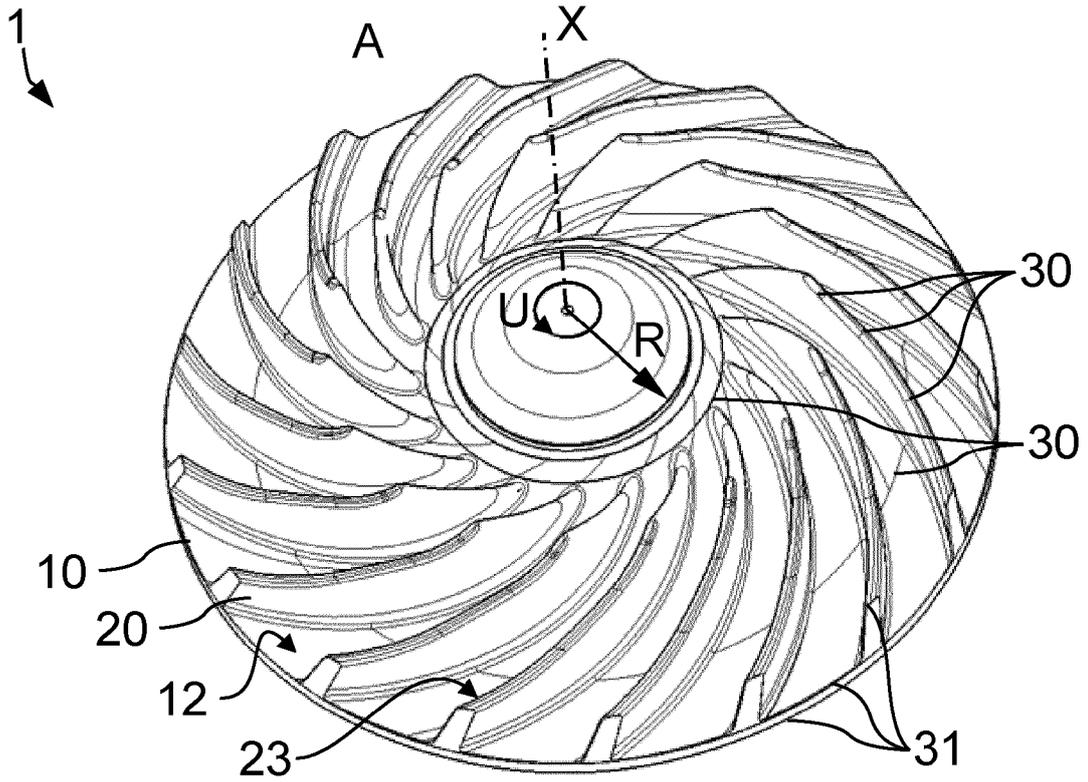


Fig. 1

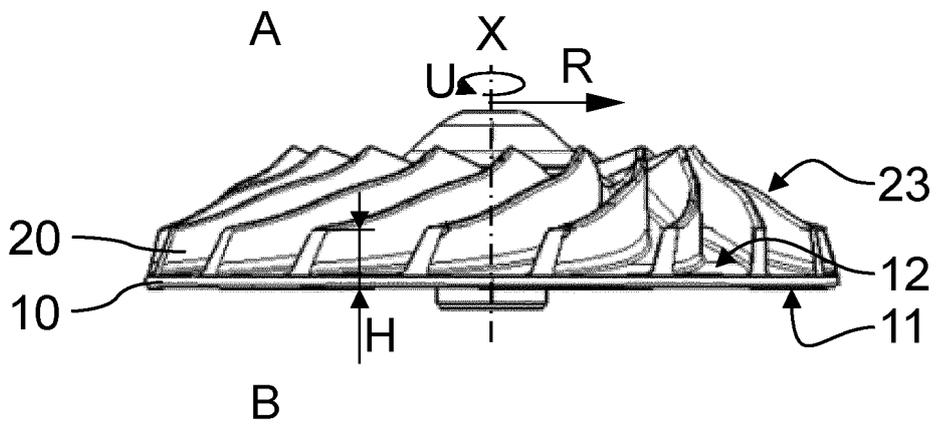


Fig. 2

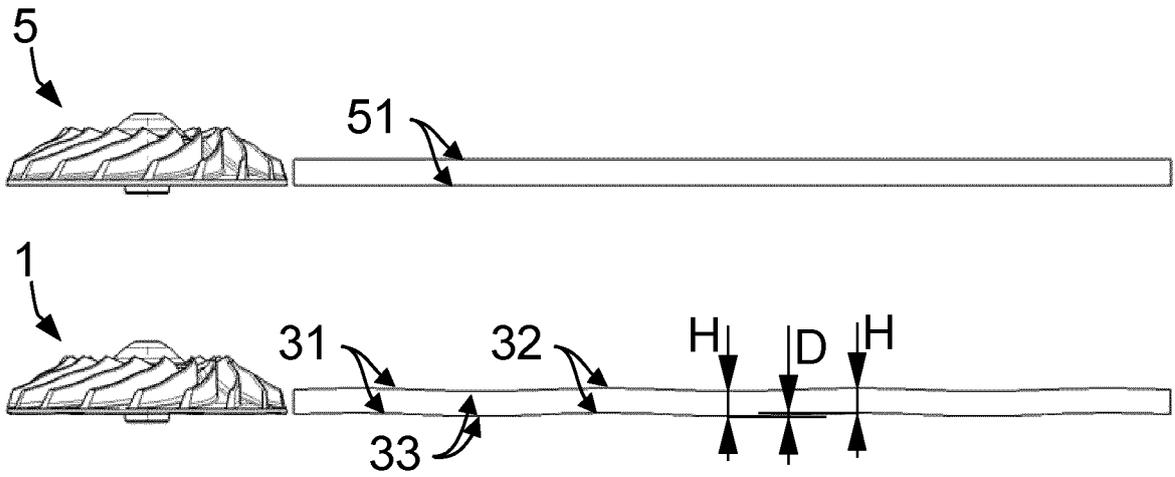


Fig. 5

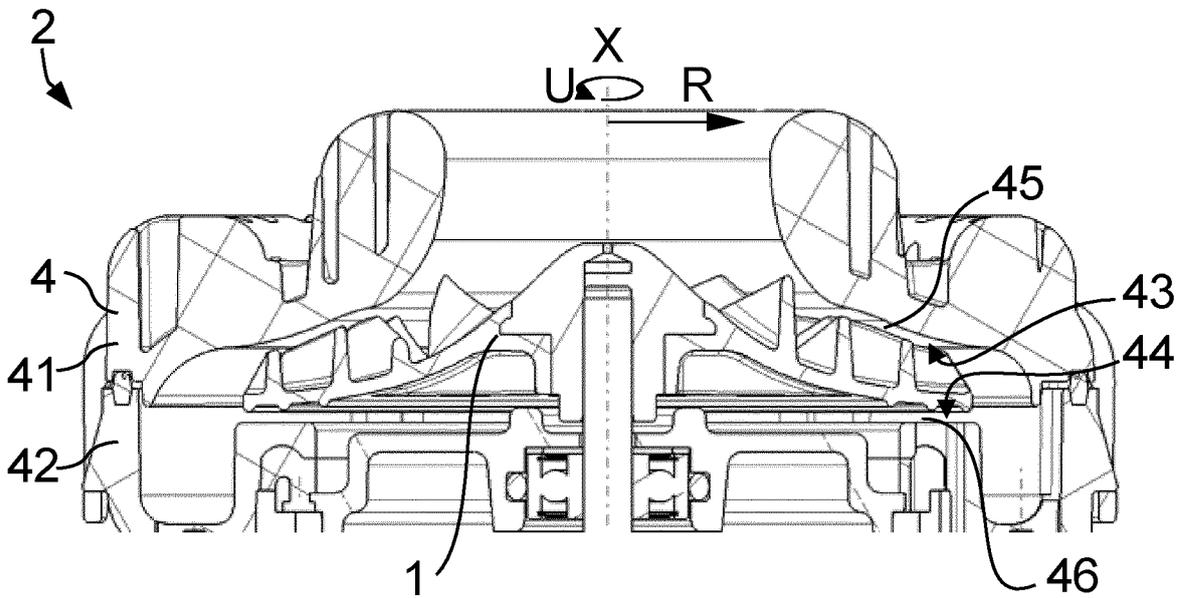


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 19 9809

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 113 137 398 A (KUNSHAN PINDAI ELECTRONICS CO LTD) 20. Juli 2021 (2021-07-20)	1-10,12	INV. F04D17/06 F04D29/28 F04D29/30 F04D29/66
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0017], [0018] * * Abbildungen 1, 2 *	11	
X	DE 10 2010 009566 A1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO [DE]) 1. September 2011 (2011-09-01) * Absätze [0011], [0028] - [0031], [0035] * * Abbildungen 2-4, 8 * * Ansprüche 1, 4-6 *	1-5,7-9,12	
X	DE 10 2015 214854 A1 (BOSCH MAHLE TURBO SYSTEMS GMBH & CO KG [DE]) 9. Februar 2017 (2017-02-09) * Absatz [0023] * * Abbildung 3 *	1-5,8,9,12	
X	CN 217 233 887 U (SHANDONG ZHANGQIU BLOWER CO LTD) 19. August 2022 (2022-08-19) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1, 2 *	1,3-6	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC) F04D A61M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Februar 2025	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	

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

EP 24 19 9809

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.

04 - 02 - 2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 113137398 A	20-07-2021	KEINE	

DE 102010009566 A1	01-09-2011	CA 2732714 A1	26-08-2011
		CN 102168684 A	31-08-2011
		DE 102010009566 A1	01-09-2011
		DE 202010018509 U1	15-03-2017
		EP 2363609 A1	07-09-2011
		JP 5804348 B2	04-11-2015
		JP 2011179499 A	15-09-2011
		KR 20110098649 A	01-09-2011
		US 2011211963 A1	01-09-2011

DE 102015214854 A1	09-02-2017	CN 106438461 A	22-02-2017
		DE 102015214854 A1	09-02-2017
		EP 3128181 A1	08-02-2017
		US 2017037729 A1	09-02-2017

CN 217233887 U	19-08-2022	KEINE	

EPO FORM P0461

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