

(19)



(11)

EP 1 845 266 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.10.2007 Patentblatt 2007/42

(51) Int Cl.:
F04D 17/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07007417.4**

(22) Anmeldetag: **11.04.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
 SI SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG
70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Kilian, Jörg, Dipl.-Ing.
71272 Renningen (DE)**

(30) Priorität: **11.04.2006 DE 102006017368**

(54) **Laufrad, insbesondere zweiflutiges Laufrad, und Verfahren zur Herstellung eines solchen Laufrads**

(57) Die Erfindung betrifft ein Laufrad (1), insbesondere zweiflutiges Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung ei-

nes Kraftfahrzeugs, mit einer Mehrzahl von Schaufeln (2), wobei das Laufrad (1) mehrteilig, insbesondere zweiteilig, ausgebildet ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Laufrads (1).

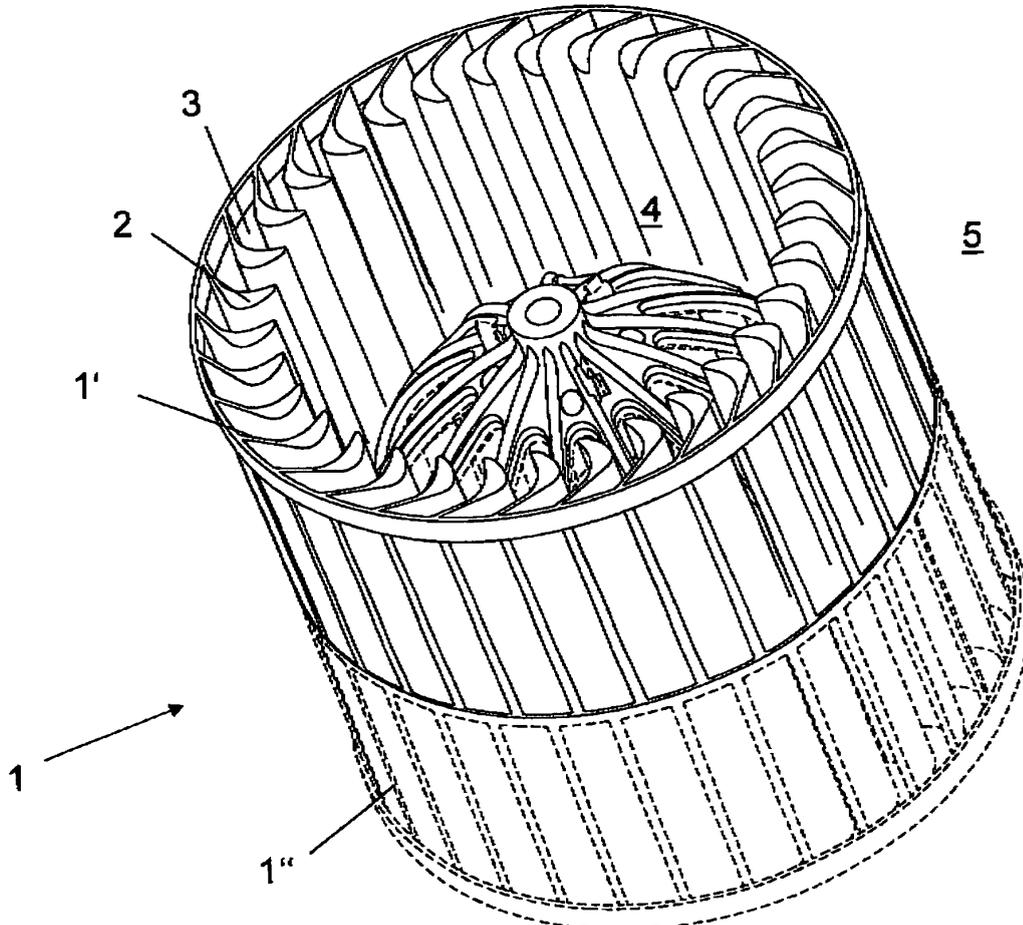


Fig. 1

EP 1 845 266 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laufrad, insbesondere ein zweiflutiges Laufrad, wie es häufig für Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs verwendet wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Trommelläufer-Radialgebläse, die für die Förderung der Luft bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen verwendet werden, sollen häufig auf einem möglichst niedrigen Drehzahlniveau betrieben werden. Dabei sollen die Zuströmverhältnisse zu einem nachfolgenden Wärmeübertrager möglichst günstig sein, wobei der vorhandene Bauraum, der in der Regel sehr beengt ist, möglichst flexibel genutzt werden soll. Auf Grund der Rahmenbedingungen werden hierbei in der Regel axial erweiterte Spiralgehäuse und Laufräder mit statischer Druckerzeugung im Schaufelkanal verwendet. Dabei sind die Beschaukelungen rückwärtsgekrümmt, radial endend oder leicht vorwärtsgekrümmt und ohne oder mit leichter Profilierung ausgeführt. Die Strömung im Schaufelkanal löst hierbei ab und bleibt bis zum Schaufelkanalende abgelöst. Bedingt durch diese Art der Beschaukelung sind je nach Betriebspunkt und Art der Beschaukelung sehr hohe bis hohe Drehzahlen notwendig. Aus akustischen Gründen werden bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen in der Regel keine rückwärtsgekrümmten Beschaukelungen verwendet.

[0003] Radialgebläse, die ein niedriges Drehzahlniveau ermöglichen, haben eine vorwärtsgekrümmte Beschaukelung und erreichen vergleichbare Betriebspunkte bei deutlich niedrigeren Drehzahlen. In der vorwärtsgekrümmten Beschaukelung wird die Strömung stark umgelenkt und beschleunigt. Diese kinetische Energie wird in ideal ausgestalteten, parallelwandigen Spiralgehäusen verzögert und in statischen Druck umgewandelt. Am Schaufelkanaleintritt kommt es zu Strömungsablösungen, am Schaufelkanalende liegt die Strömung wieder an. Axial erweiterte Spiralgehäuse, die für die Wärmeübertragerbeaufschlagung günstig sind und radial enger bauen, sind bei diesen Gebläsen mit vorwärtsgekrümmten Beschaukelungen in der Regel nicht sinnvoll, da es zu Wirkungsgradverlusten kommt.

[0004] Um ein Trommelläufer-Radialgebläse, das für die Förderung der Luft beispielsweise bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen verwendet wird, auch bei möglichst niedrigen Drehzahlen betreiben zu können, sind Trommelläufer-Radialgebläse bekannt, die eine vorwärtsgekrümmte Beschaukelung aufweisen. Dabei ist die Beschaukelung nicht oder nur leicht profiliert. Die Schaufeln sind üblicherweise massiv gespritzt (vgl. linker Teil von Fig. 7, in dem der Strömungsverlauf in einem Schaufelkanal bei einem herkömmlichen, unprofilieren Laufrad dargestellt ist, wobei auf der Saugseite der Schaufeln eine Wirbelbildung zu erkennen ist).

[0005] Auf Grund der Strömungsablösungen im Schaufelkanal - die sowohl bei einflutigen als auch bei

zweiflutigen Laufrädern auftritt - ist jedoch eine Profilierung der Schaufeln sinnvoll. Bei der Herstellung von Laufrädern aus Kunststoff kommt es beim Spritzgießen relativ stark profilierter Laufräder mit relativ dicken Wänden zu Verzug und Schwund.

[0006] Ferner bekannt sind zweiflutige Laufräder. Diese haben gegenüber einflutigen Laufrädern den Vorteil, dass die Zuströmverluste durch den größeren Ansaugquerschnitt geringer sind. Zudem haben zweiflutige Gebläse ein günstigeres akustisches Verhalten und einen etwas höheren Wirkungsgrad. Ferner können die zweiflutigen Laufräder etwas breiter ausgeführt werden als einflutige Laufräder, was einen Bauraumvorteil in radialer Richtung ergibt. Bei konstanter Drehzahl führt dies zu einer Erhöhung des Luftmassenstromes.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Laufrad, insbesondere ein zweiflutiges Laufrad, zur Verfügung zu stellen, das ohne die oben genannten Probleme herstellbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Laufrad mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Erfindungsgemäß ist ein Laufrad vorgesehen, insbesondere ein Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs, das eine Mehrzahl von Schaufeln aufweist. Das Laufrad ist hierbei mehrteilig ausgebildet, wobei die Unterteilung in Längsrichtung der Drehachse und somit auch der Schaufeln vorgesehen ist. Besonders bevorzugt handelt es sich beim Laufrad um ein zweiflutiges Laufrad, wobei die Unterteilung des Laufrades zwischen den beiden Fluten vorgesehen ist. Die Aufteilung der Fluten kann symmetrisch oder asymmetrisch ausgeführt sein.

[0010] Bevorzugt sind die Schaufeln benachbarter Fluten versetzt zueinander angeordnet, wobei bevorzugt die Schaufeln der einen Flut um eine halbe Schaufelteilung zu den Schaufeln der anderen Flut versetzt angeordnet sind.

[0011] Weiter bevorzugt sind die Beschaukelungen der unterschiedlichen Fluten beispielsweise in Ihrer Geometrie unterschiedlich ausgelegt.

[0012] Gemäß einer besonders bevorzugten, material- und somit auch gewichtseinsparenden Ausführungsform sind die Schaufeln zumindest bereichsweise als Hohlprofil ausgebildet. Dabei können jedoch zur Erhöhung der Steifigkeit Stege in den Hohlprofilen ausgebildet sein.

[0013] Die Schaufeln der Fluten verzüngen sich bevorzugt in einer Richtung, wobei sie sich im zusammengebauten Zustand vorzugsweise jeweils nach außen hin verzüngen. Vorteilhafterweise ist das Schaufelprofil in Richtung Zarge zumindest teilweise verzüngt ausgebildet.

[0014] Die Hohlprofile, welche die Schaufeln bilden, sind herstellungsbedingt und/oder aus akustischen Gründen in der Regel einseitig geschlossen, d.h. auf der anderen Seite ist die Schaufel endseitig offen.

[0015] Die Schaufeln sind bevorzugt jeweils an einer Auflagefläche offen ausgebildet, wobei die Auflageflächen der zargenseitigen Flut und der motorseitigen Flut im zusammengebauten Zustand des Laufrads direkt benachbart, insbesondere direkt aneinander flächig anliegend, angeordnet sind. Eine derartige Anordnung der Schaufeln und somit der Öffnungen zu den Hohlräumen in den Schaufeln stellt sicher, dass der geschlossene Bereich der Auflagefläche der jeweils anderen Flut vor den Öffnungen angeordnet ist, so dass diese auf Grund der Positionierung der Fluten zueinander nach dem Verbinden der Fluten jeweils abgedeckt sind. Dies verhindert beispielsweise unerwünschte Geräusche oder einen Strömungswiderstand in Folge von Verwirbelungen.

[0016] Die Auflageflächen werden vorzugsweise durch einen scheibenringförmigen Bereich, in welchem vorzugsweise die Schaufeln offen enden, und einen gewölbten zentralen Bereich gebildet. Der gewölbte Bereich ist sowohl bei der zargenseitigen als auch bei der motorseitigen Flut in eine einander entsprechende Richtung, beispielsweise in Richtung Zarge, also zargenseitig oder in Richtung Motor und damit motorseitig, gewölbt, so dass auch die gewölbten Bereiche aneinander anliegen. In Folge des Versatzes der beiden Fluten verdeckt jeweils der geschlossene Zwischenbereich einer Flut, der zwischen zwei Öffnungen bzw. Schaufeln angeordnet ist, eine Öffnung der anderen Flut. Alternativ ist der zentrale Bereich auch gerade verlaufend ausgebildet.

[0017] Vorzugsweise sind die zargenseitige Flut und die motorseitige Flut mittels Verrasten aneinander angebracht, wofür mindestens eine Rastvorrichtung, vorzugsweise aber mehrere Rastvorrichtungen vorgesehen sind. Durch das Vorsehen von Rastelementen, wie Federarmen oder Federn, die mit entsprechenden Öffnungen bzw. Hinterschneidungen oder Nuten zusammenwirken, die an der jeweils anderen Flut ausgebildet sind, ist eine einfache, kostengünstige und schnelle Verbindung der beiden Fluten zum Laufrad möglich. Die Rastvorrichtungen sind vorzugsweise gleichmäßig in äquidistanten Abständen zueinander angeordnet.

[0018] Bevorzugt ist mindestens eine Verdrehsicherung vorgesehen, um zu verhindern, dass sich die aneinander angebrachten Teile des Laufrads gegeneinander verdrehen. Diese wird bevorzugt durch Vorsprünge gebildet, die mit entsprechend ausgeformten Öffnungen oder Vertiefungen an der jeweils anderen Flut des Laufrads zusammenwirken.

[0019] Vorzugsweise ist auch mindestens eine Zentriervorrichtung vorgesehen, wobei diese auch gleichzeitig durch die Verdrehsicherung(en) gebildet sein kann, die dazu dient, ein exaktes Fluchten der Längsachsen der aneinander angebrachten Teile des Laufrads sicherzustellen.

[0020] Mittels einer Vorrichtung zur Verhinderung einer falschen Montage, welche beispielsweise durch einen Vorsprung an einer Flut, die bei richtiger Montage in einer Öffnung oder einer Vertiefung der anderen Flut positioniert ist, bei einer falschen Montage aber ein ausrei-

chendes Annähern der beiden Fluten in Folge einer Anlage an einer durchgehenden Fläche verhindert, kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass die beiden Fluten richtig zusammengebaut werden.

5 **[0021]** Das Laufrad, d.h. insbesondere die einzelnen Fluten des Laufrads, bestehen vorzugsweise aus spritzgegossenem Kunststoff, wobei die einzelnen Fluten getrennt hergestellt und anschließend miteinander verbunden sind.

10 **[0022]** Zur Erhöhung der Festigkeit kann es konstruktive und/oder herstellungsbedingt sinnvoll sein, dass ein zweiter Kunststoff in Form einer Weichkomponente in die hohle Struktur, die im Folgenden auch als tragende Struktur bezeichnet ist, eingespritzt und/oder bereichsweise aufgespritzt wird, wobei sich bevorzugt auch positive Auswirkungen auf das akustische Verhalten erzielen lassen. Bei der tragenden Struktur handelt es sich bevorzugt um einen ersten Kunststoff, der eine ausreichende Festigkeit aufweist, so dass keine unerwünschten Verformungen bei Betrieb des Laufrads auftreten, und bei der Weichkomponente um einen zweiten Kunststoff, der weicher ist. Die Weichkomponente wirkt hierbei akustisch absorbierend, so dass das Gebläse etwas leiser als entsprechende Gebläse ohne Weichkomponente ist. Beim zweiten Kunststoff handelt es sich bevorzugt um einen aufgeschäumten Kunststoff.

20 **[0023]** Die maximale Wandstärke der (tragenden) Struktur im Bereich der Schaufeln beträgt vorzugsweise 3 mm. Bei einer derartigen Beschränkung der Wandstärke können sicher Verzug und Schwund vermieden werden, durch eine entsprechende Materialwahl des die Struktur bildenden Materials kann jedoch eine ausreichende Festigkeit des Laufrads sichergestellt werden. Zudem kann durch eine entsprechende Materialwahl der Weichkomponente das Gewicht des Laufrads verringert werden, so dass das Gebläse insgesamt leichter ist.

30 **[0024]** Die Weichkomponente bildet vorzugsweise zumindest bereichsweise das Profil der Schaufel, insbesondere im stark profilierten Teil. Besonders bevorzugt ist sowohl auf der Saug- als auch Druckseite eine Weichkomponentenschicht vorgesehen, die Enden der Schaufeln sind bevorzugt weichkomponentenfrei, wodurch die Weichkomponente zusätzlich vor Beschädigungen bei der Montage geschützt wird. Aus akustischen Gründen weist die das Profil bildende Weichkomponente in einer Variante quer zu den Schaufeln eine feine Rillen- oder Rippenstruktur zur Nutzung des so genannten Haifischhauteffekts auf.

40 **[0025]** Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Laufrads erfolgt bevorzugt mittels Kunststoff-Spritzgießen. Nach dem Spritzgießen der einzelnen Fluten werden dieselben zusammengebaut.

50 **[0026]** Ist eine tragende Struktur mit einer Weichkomponente vorgesehen, so wird zuerst die tragende Struktur aus einem ersten Kunststoff spritzgegossen und anschließend oder nahezu gleichzeitig zumindest ein Teil der profiliert ausgebildeten Schaufeln des Laufrads und/oder eines Hohlprofils durch einen zweiten, weicheren

Kunststoff spritzgegossen, der auf die tragende Struktur auf- oder in ein durch die tragende Struktur gebildetes Hohlprofil eingespritzt wird.

[0027] Als Materialien für die (tragende) Struktur kommen insbesondere PA oder PP, aber auch Metalle in Frage.

[0028] Eine die tragende Struktur gegebenenfalls zumindest bereichsweise umgebende oder innerhalb derselben angeordnete Weichkomponente wird bevorzugt durch einen geschäumten Kunststoff, wie insbesondere S-EPS, in Frage. Ebenfalls sehr gut geeignet ist PP-EPDM. Allgemein können PUR-Schaum, Melamin-Schaum, PE-Schaum (Verwendung von Treibmittel bei der Applikation), Silikon-Schaum oder mit Einschränkungen auch geschäumte Elastomere verwendet werden.

[0029] Der Strömungskanal zwischen zwei Schaufeln ist bevorzugt einströmseitig konvergent und ausströmseitig divergent ausgebildet, jedoch sind auch andere Ausgestaltungen möglich. Die konvergent-divergente Ausgestaltung des Laufrads ermöglicht im Schaufelkanal einen im Wesentlichen ablösungsfreien Betrieb. Dabei wird durch die starke Wölbung und ausreichende Dicke des Schaufelprofils im konvergenten Bereich die Strömung im entsprechenden Kanalteil beschleunigt und in Drehrichtung des Laufrads umgelenkt. Im anschließenden, nahezu geraden, divergenten Kanalteil wird die Strömung verzögert, wobei der statische Druck erhöht wird.

[0030] Das Schaufelkanallängenverhältnis bei einer einströmseitig konvergenten und ausströmseitig divergenten Ausgestaltung des Strömungskanals beträgt bevorzugt zwischen 0,1 und 0,9, insbesondere zwischen 0,15 und 0,7, besonders bevorzugt zwischen 0,2 und 0,6. Hierbei beträgt die Kanalverjüngung im konvergenten Teil des Schaufelkanals bevorzugt zwischen 0,030 und 0,2, insbesondere zwischen 0,04 und 0,07, besonders bevorzugt zwischen 0,05 und 0,06. Die Kanalerweiterung im divergenten Teil des Schaufelkanals beträgt bevorzugt zwischen 0,05 und 0,17, insbesondere zwischen 0,09 und 0,15, besonders bevorzugt zwischen 0,1 und 0,14.

[0031] Die Schaufeln des Laufrads sind bevorzugt stark profiliert ausgebildet. Als stark profiliert werden insbesondere Schaufeln angesehen, bei denen das Verhältnis von Profildicke zu Profilgesamtlänge größer als 0,15, insbesondere größer als 0,2 ist. Dabei betragen vorzugsweise der druckseitige Eintrittswinkel zwischen 30° und 90°, besonders bevorzugt zwischen 35° und 80°, und der saugseitige Eintrittswinkel zwischen 25° und 70°, besonders bevorzugt zwischen 30° und 60°, der druckseitige Austrittswinkel zwischen 90° und 175°, besonders bevorzugt zwischen 100° und 165°, und der saugseitige Austrittswinkel zwischen 90° und 170°, besonders bevorzugt zwischen 100° und 165°, insbesondere bevorzugt jeweils im mittleren Bereich, d.h. insbesondere +/- 10° um den Mittelwert der jeweiligen zuvor angegebenen Bereiche, um einen optimalen Strömungsverlauf ohne Ablösungen sowie einen optimalen Wirkungsgrad und

einen geräuscharmen Betrieb zu erreichen.

[0032] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit mehreren Varianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

5

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Laufrads gemäß dem Ausführungsbeispiel, wobei der motorseitige Teil gestrichelt und der zargenseitige Teil mit durchgezogenen Linien dargestellt ist,

10

Fig. 2 eine Ansicht in Richtung der Längsachse des Laufrads von Fig. 1, wobei auch die Schaufeln des verdeckten motorseitigen Teils des Laufrads dargestellt sind, der motorseitige Teil gestrichelt und der zargenseitige Teil mit durchgezogenen Linien,

15

Fig. 3 eine Seitenansicht des Laufrads von Fig. 1, wobei der motorseitige Teil gestrichelt und der zargenseitige Teil mit durchgezogenen Linien dargestellt ist,

20

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung der beiden das Laufrad von Fig. 1 bildenden Teile vor dem Zusammenbau, wobei der motorseitige Teil gestrichelt und der zargenseitige Teil mit durchgezogenen Linien dargestellt ist,

25

Fig. 5 eine vergrößerte, ausschnittsweise, perspektivische Darstellung der beiden Teile vor dem Zusammenbau, wobei der motorseitige Teil gestrichelt und der zargenseitige Teil mit durchgezogenen Linien dargestellt ist,

30

Fig. 6 eine Detailansicht eines Schnitts durch eine Schaufel zur Verdeutlichung einzelner Abmessungen,

35

Fig. 7 einen Schnitt durch ein herkömmliches, massiv ausgebildetes Laufrad mit durch Pfeile dargestellten Strömungsgeschwindigkeiten im linken Teil der Fig. 7 und einen Schnitt durch ein vorwärtsgekrümmt profiliertes Laufrad gemäß der vorliegenden Erfindung im rechten Teil der Fig. 7, und

40

Fig. 8 eine schematische Ansicht eines ein- und eines zweiflutigen Laufrades zur Verdeutlichung der Gebläsedurchströmung.

45

50

[0033] Ein zweiflutiges Trommelläufer-Radialgebläse, das für die Förderung von Luft in einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendet wird, weist ein Laufrad 1 mit zwei Fluten 1' und 1" sowie jeweils einer Mehrzahl von Schaufeln 2 auf, wobei zwischen je zwei Schaufeln 2 ein Schaufelkanal 3 ausgebildet ist. Das Laufrad 1 ist auf bekannte

55

Weise an einer Gebläsemotorwelle (nicht dargestellt) angebracht. Saugseitig wird das Laufrad 1 teilweise durch das Spiralgehäuse überdeckt. Das zweiflutige Laufrad 1 ist zweiteilig ausgebildet, wobei die Unterteilung zwischen den beiden Fluten 1' und 1" vorgesehen ist. Dabei bezeichnet 1' die zargenseitige Flut des Laufrads und 1" die motorseitige Flut des Laufrads 1. Um die Schaufeln 2 jeder Flut 1' und 1" zu stabilisieren, sind die Schaufeln 2 jeder Flut 1' bzw. 1" auf einer Seite mit einem außenseitig umlaufenden Ring und auf der anderen Seite mit einer Fläche, auf die an späterer Stelle näher eingegangen wird, miteinander verbunden (siehe Fig. 4).

[0034] Die Schaufeln 2 der beiden Fluten 1' und 1" des Laufrades 1 sind jeweils stark profiliert ausgebildet, wobei jeweils der Strömungskanal 3 im Eintrittsbereich 4 konvergent und im Austrittsbereich 5 divergent ausgebildet ist (vgl. Fig. 6). Die Druckseite DS der Schaufeln 2 ist im Eintrittsbereich 4, gegebenenfalls bis zum Austrittsbereich 5, konkav ausgebildet, und die Saugseite SS der Schaufeln 2 ist im Eintrittsbereich 4 konvex und im Austrittsbereich 5 gerade ausgebildet, wobei die Schaufeldicke d ihr Maximum im konvergenten Bereich hat.

[0035] Bei einer derartig profilierten Schaufelgestaltung, wie in Fig. 7, rechter Teil deutlich zu erkennen ist, erfolgt keine Wirbelbildung an der Saugseite der Schaufel 2, so dass die Strömung gut anliegt. Dies führt zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades η (vgl. Aufstellung in Fig. 7, wobei jeweils der Strömungsverlauf und der entsprechende Wirkungsgrad im optimalen Betriebspunkt des entsprechenden Gebläses dargestellt ist).

[0036] Folgende Geometrien sind bei einem konvergent-divergenten Schaufelkanal insbesondere bei stark profilierten Schaufeln besonders geeignet, d.h. bei d/l_{ges} größer 0,15, insbesondere größer als 0,2, wobei d die Profildicke und l_{ges} die Profilgesamtänge (gerade gemessen) bezeichnen:

[0037] Das Schaufelkanallängenverhältnis L_{kv} liegt bevorzugt zwischen 0,1 und 0,9. Dabei bezeichnet L_{gekr} die Länge des gesamten, gekrümmten Schaufelkanals, $L_{gekrdiv}$ die Länge des divergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals und $L_{gekrkonv}$ die Länge des konvergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals, wobei

$$L_{gekr} = L_{gekrdiv} + L_{gekrkonv}$$

und

$$L_{kv} = L_{gekrdiv} / L_{gekr}$$

[0038] Die Kanalverjüngung $K_{verkonv}$ im konvergen-

ten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

$$K_{verkonv} = (A1-A2) / L_{gekrkonv}$$

liegt vorzugsweise zwischen 0,030 und 0,200. Dabei ist A1 die Strömungskanalbreite am Eintritt und A2 die Strömungskanalbreite am engsten Querschnitt.

[0039] Die Kanalerweiterung K_{erwdiv} im divergenten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

$$K_{erwdiv} = (A3-A2) / L_{gekrdiv}$$

liegt vorzugsweise zwischen 0,05 und 0,17. Dabei ist A3 die Strömungskanalbreite am Austritt.

[0040] Hierbei liegt der druckseitige Eintrittswinkel β_{1DS} zwischen 30° und 90° und der saugseitige Eintrittswinkel β_{1SS} zwischen 25° und 70° . Der druckseitige Austrittswinkel β_{2DS} zwischen 90° und 175° und der saugseitige Austrittswinkel β_{2SS} zwischen 90° und 170° .

[0041] Die zuvor genannten Winkelbereiche für β_{1DS} , β_{1SS} , β_{2DS} und β_{2SS} sind auch im Falle einer divergent-konvergenten Schaufelkanalform sowie einer konvergenten Schaufelkanalform besonders geeignet.

[0042] Um die bekannten Probleme bei der Herstellung stark profilierter Schaufeln zu vermeiden, bestehen die Schaufeln 2 aus einer hohlen und einseitig offenen Struktur 6, die aus einem Kunststoff, gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel PA, ausgebildet ist, und eine ausreichende Festigkeit für die zu erwartenden Belastungen aufweist. Hierbei beträgt die Dicke der Struktur 6 maximal 3 mm, so dass bei der Herstellung der Struktur 6 keine Probleme in Hinblick auf Verzug oder Schwund auftreten. Zudem reicht diese Dicke in aller Regel für eine ausreichende Steifigkeit der Schaufel 2 aus.

[0043] Die Schaufeln 2 sind einstückig mit dem entsprechenden Teil des Laufrades 1 spritzgegossen, d.h. mit dem entsprechenden außenseitig umlaufenden Ring der sich radial nach innen erstrecken kann und der auf der anderen Seite der Schaufeln 2 angeordneten Fläche, die im Folgenden als Auflagefläche 7 bezeichnet ist. Es entstehen auf den äußeren Seiten beziehungsweise den zargenseitigen und motorseitigen Schaufelenden schmale Deckscheiben. Die bauliche Dimensionierung des Ringes, also der geometrischen Form, beispielsweise der Breite und Höhe wird durch die zulässigen Spannungen bestimmt. Insbesondere aus akustischen Gründen sind die Schaufeln 2 jeweils auf einer Seite geschlossen, nämlich auf der Seite des außenseitig umlaufenden Rings, und auf der anderen Seite offen, nämlich auf der Seite der Auflagefläche 7. Die beiden Teile des Laufrades 1 sind derart zueinander angeordnet, dass die bei-

den außenseitig umlaufenden Ringe beabstandet voneinander und die Auflageflächen 7 in Anlage aneinander positioniert sind. Dabei sind im zusammengebauten Zustand des Laufrads 1, d.h. bei miteinander verbundenen Fluten 1' und 1", die beiden offenen Seiten der Schaufeln 2 der beiden Fluten 1' und 1" aneinander anliegend angeordnet und zwar derart, dass jeweils der Zwischenbereich zwischen zwei Schaufeln 2, welcher durch einen Teilbereich der Auflagefläche 7 gebildet wird und durchgehend ausgebildet ist, die Öffnung der Schaufeln 2 des jeweils anderen Teils des Laufrades verdeckt, d.h. sämtliche Öffnungen sind verdeckt (siehe Fig. 2, in welcher die Schaufeln des unteren Teils des Laufrades auch gestrichelt dargestellt sind). Somit ergibt sich ein Versatz der einzelnen Schaufeln 2 beider Fluten 1' und 1", wobei die Schaufeln 2 jeweils auf Lücke angeordnet sind.

[0044] Die Auflagefläche 7 ist derart ausgebildet, dass sie einen äußeren, ebenen und im Wesentlichen ringscheibenförmigen Bereich aufweist, in dem die Schaufeln 2 enden, und einen gewölbten Bereich mit abgerundet dreieckförmigen Durchbrüchen aufweist, der innerhalb des ringscheibenförmigen Bereichs angeordnet ist und sich im Falle der zargenseitigen Flut 1' ins Innere der entsprechenden Flut 1' wölbt, während er sich im Falle der motorseitigen Flut 1" nach außen in Richtung der zargenseitigen Flut 1' wölbt. In der Mitte des gewölbten Bereichs ist jeweils eine durch einen Rand verstärkte Öffnung für die Montage an der Antriebswelle des Motors vorgesehen. Ferner ist der gewölbte Bereich auf der jeweils im zusammengebauten Zustand von der benachbarten Flut 1' bzw. 1" beabstandeten Seite durch zwischen den Öffnungen verlaufende Rippen verstärkt.

[0045] Um die beiden Fluten 1' und 1" des Laufrads 1 miteinander fest zu verbinden, sind im Bereich der Auflagefläche 7 Rastvorrichtungen 8, vorliegend drei Federhaken 8a der motorseitigen Flut 1", welche in Öffnungen 8b im der anderen, zargenseitigen Auflagefläche 7 eingreifen, und Rastfedern 8c an der zargenseitigen Flut 1', die in eine Rastnut 8d an der motorseitigen Flut 1" eingreifen, und Vorsprünge 9 zur Zentrierung, Verdrehsicherung und Verhinderung der Falschmontage vorgesehen, die in entsprechende Öffnungen der Auflagefläche 7 der zargenseitigen Flut 1' eingreifen, wovon vorliegend jeweils sieben vorgesehen sind, vier im gewölbten Bereich und drei im ringscheibenförmigen Bereich (siehe Figuren 4 und 5), wobei auch andere Verteilungen möglich sind. In der Regel ist jedoch eine gleichmäßige Verteilung von mindestens jeweils zwei Elementen über den Umfang der Auflagefläche 7 vorzusehen, dass es nicht zu einer Unwucht kommt.

[0046] Die Vorsprünge 9 und die denselben zugeordneten Öffnungen dienen somit als Zentriervorrichtung und Verdrehsicherung. Ein Eingriff der Vorsprünge 9 wie auch das abschließende Verrasten der Rastelemente, welche die Rastvorrichtung 8 bilden, ist nur möglich, wenn eine exakte Ausrichtung der Fluten 1' und 1" gegeneinander gegeben ist.

Patentansprüche

1. Laufrad, insbesondere zweiflutiges Laufrad (1) für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs, mit einer Mehrzahl von Schaufeln (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (1) mehrteilig, insbesondere zweiteilig, ausgebildet ist, wobei eine Unterteilung zwischen den Fluten (1' und 1") vorgesehen ist.
2. Laufrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) der zargenseitigen Flut (1') und der motorseitigen Flut (1") versetzt zueinander, insbesondere um eine halbe Schaufelteilung, angeordnet sind.
3. Laufrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) jeweils an einer Auflagefläche (7) offen ausgebildet sind, wobei die Auflageflächen (7) der zargenseitigen Flut (1') und der motorseitigen Flut (1") im zusammengebauten Zustand des Laufrads (1) direkt benachbart, insbesondere direkt aneinander flächig anliegend, angeordnet sind.
4. Laufrad nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflagefläche (7) einen ringscheibenförmigen Bereich und einen zentralen, innerhalb des ringscheibenförmigen Bereichs angeordneten, gewölbten Bereich aufweist.
5. Laufrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) als Hohlprofile ausgebildet sind, deren eines Ende offen ist und im scheibenringförmigen Bereich endet.
6. Laufrad nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gewölbte Bereich der Auflagefläche (7) jeweils in eine, einander entsprechende Richtung gewölbt ist.
7. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zargenseitige Flut (1') und die motorseitige Flut (1") mittels mindestens einer Rastvorrichtung (8) aneinander angebracht sind.
8. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Verdrehsicherung, um zu verhindern, dass sich die aneinander angebrachten Teile des Laufrads (1) gegeneinander verdrehen, vorgesehen ist.
9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Zentriervorrichtung vorgesehen ist, um ein exaktes Fluchten der Längsachsen der aneinander an-

gebrachten Teile des Laufrads (1) sicherzustellen.

10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (1) aus spritzgegossenem Kunststoff besteht, wobei die einzelnen Fluten (1', 1'') getrennt hergestellt und anschließend miteinander verbunden sind. 5
11. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an mindestens einer der Fluten (1', 1'') mindestens eine Vorrichtung zur Verhinderung einer falschen Montage vorgesehen ist. 10
12. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) zumindest bereichsweise als Hohlprofile ausgebildet sind. 15
13. Laufrad nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Hohlprofil ausgebildeten Schaufeln (2) einseitig geschlossen ausgebildet sind. 20
14. Laufrad nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zusammengebauten Zustand der Teile des Laufrads (1) die geschlossenen Seiten der Schaufeln (2) nach außenweisend angeordnet und/oder die offenen Seiten der Schaufeln (2) jeweils von einer Fläche des anderen Teils des Laufrads (1) verschlossen sind. 25
30
15. Laufrad nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stege in den hohl ausgebildeten Schaufeln vorgesehen sind. 35
16. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale massive Wandstärke der Schaufeln (2), die eine tragende Struktur bildet, 3 mm beträgt. 40
17. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Weichkomponente zumindest bereichsweise das Profil der Schaufel (2) bildet. 45
18. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Inneren eines die Schaufeln (2) bildenden Hohlprofils eine Weichkomponente eingespritzt ist. 50
19. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (1) mittels Zwei-Komponenten Kunststoff-Spritzgießens hergestellt ist. 55
20. Verfahren zur Herstellung eines Laufrads (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** zuerst die Teile des Laufrads einzeln

spritzgegossen und anschließend zusammengesetzt und miteinander drehsteif verbunden werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Zusammensetzen der Teile des Laufrads (1) die Teile um eine halbe Schaufelteilung gegeneinander verdreht angeordnet werden.

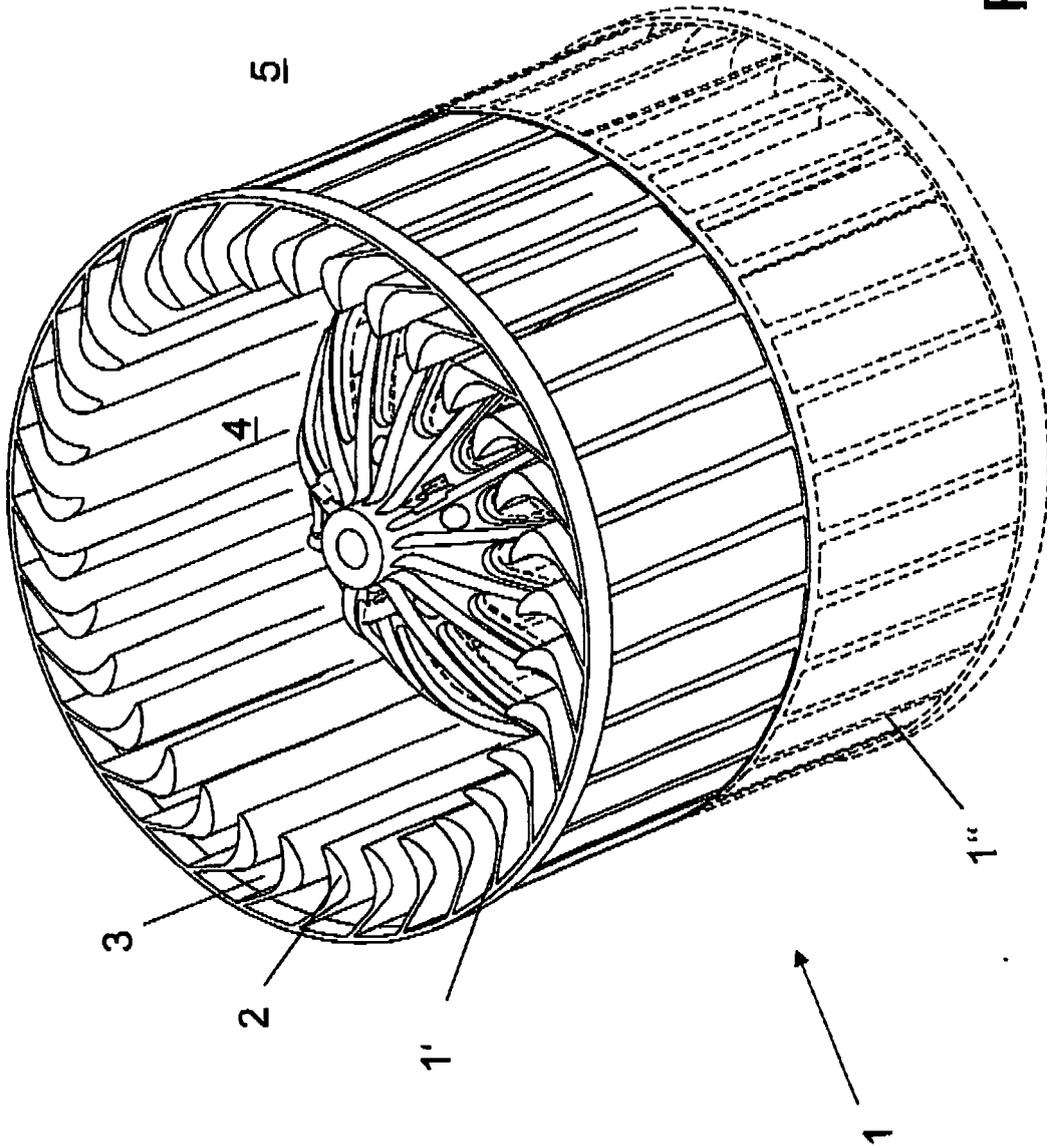


Fig. 1

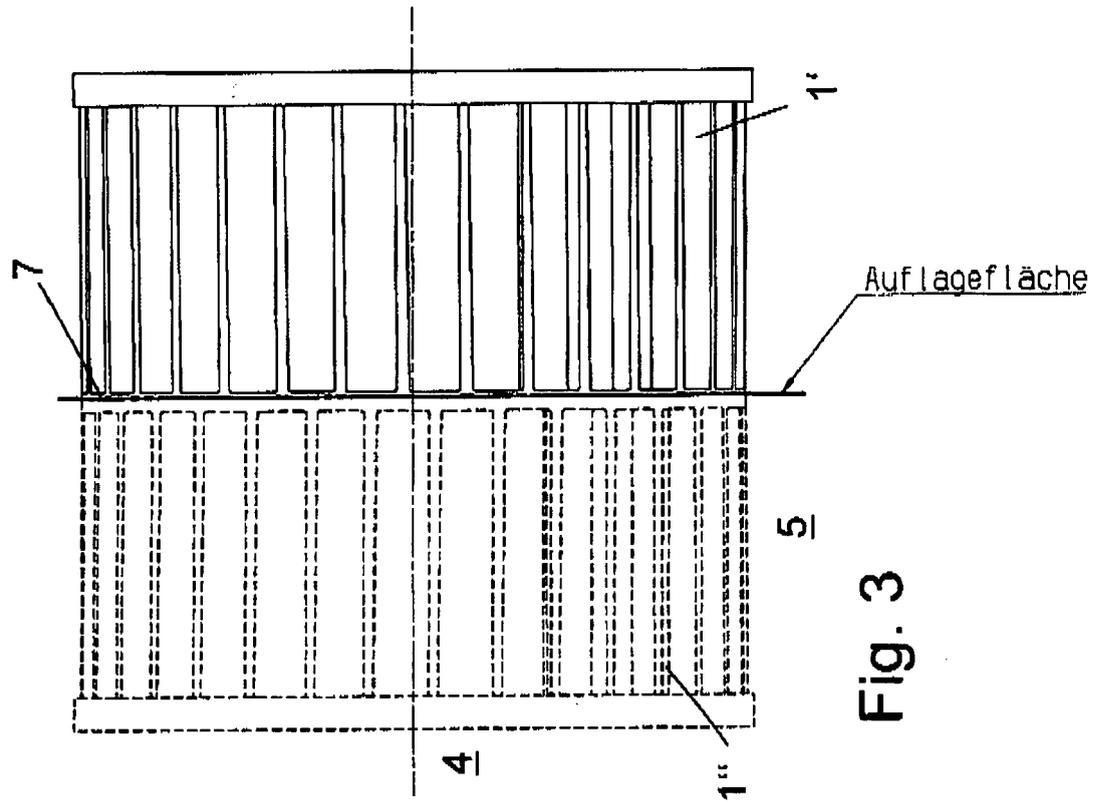


Fig. 3

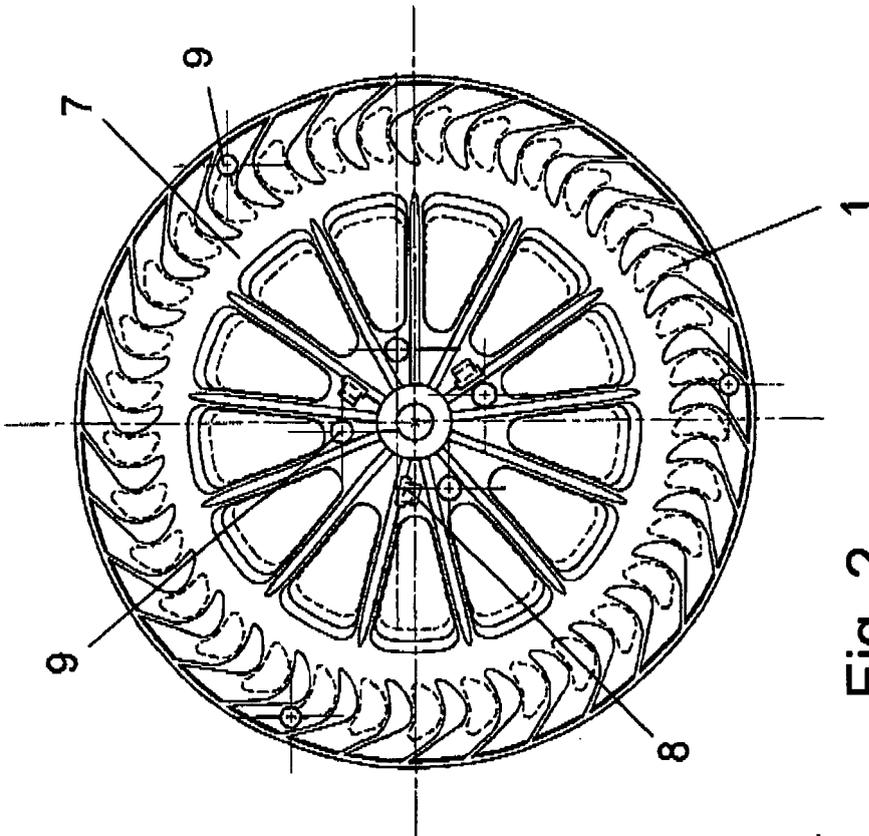


Fig. 2

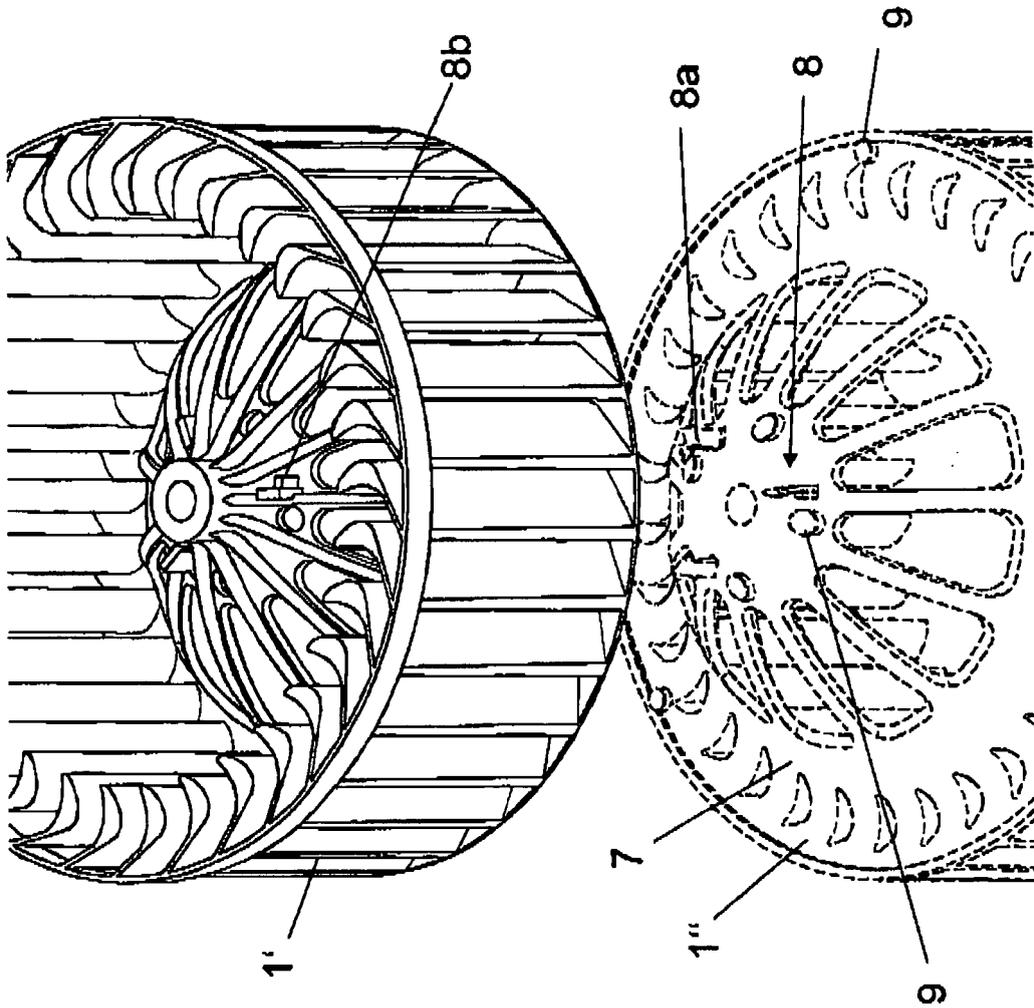


Fig. 4

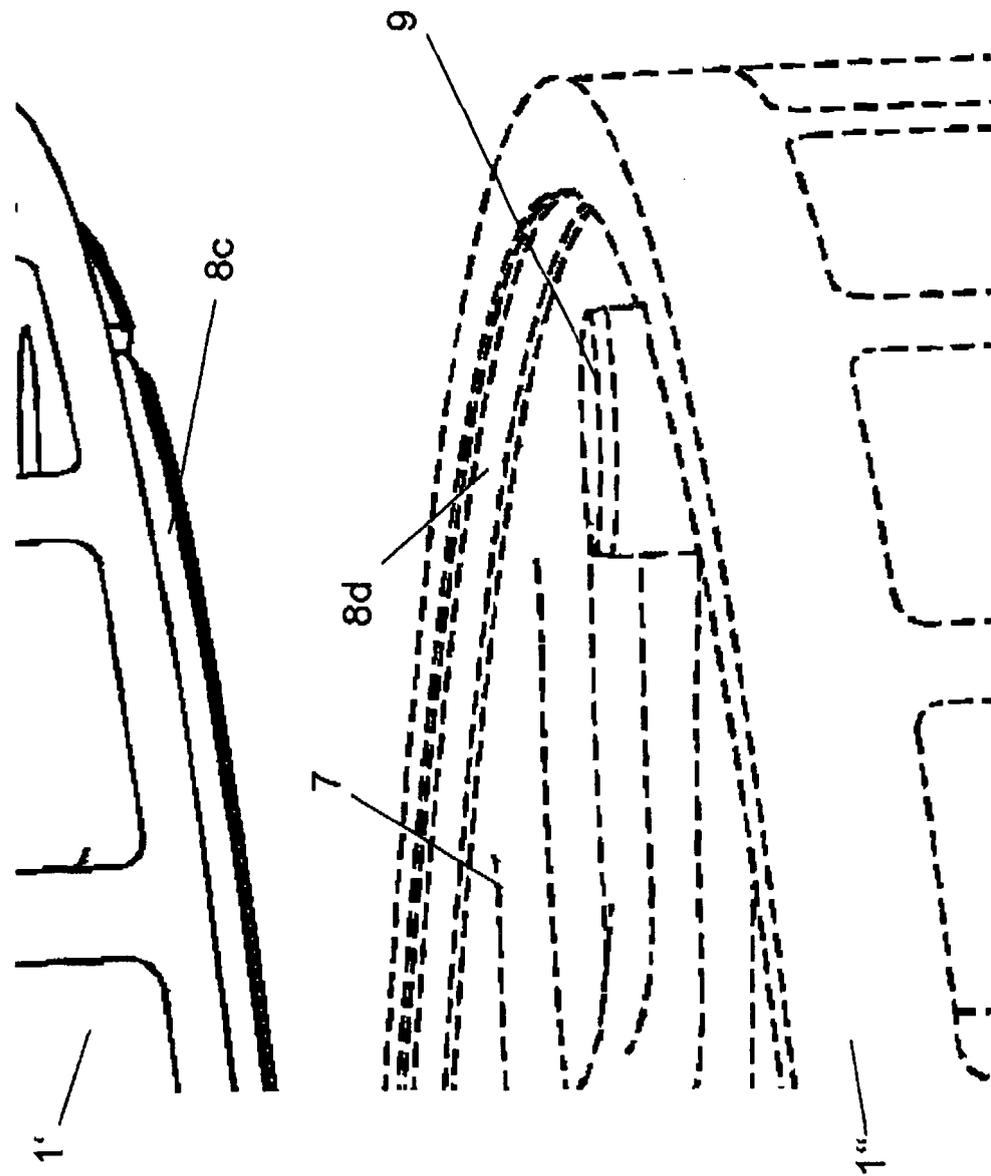


Fig. 5

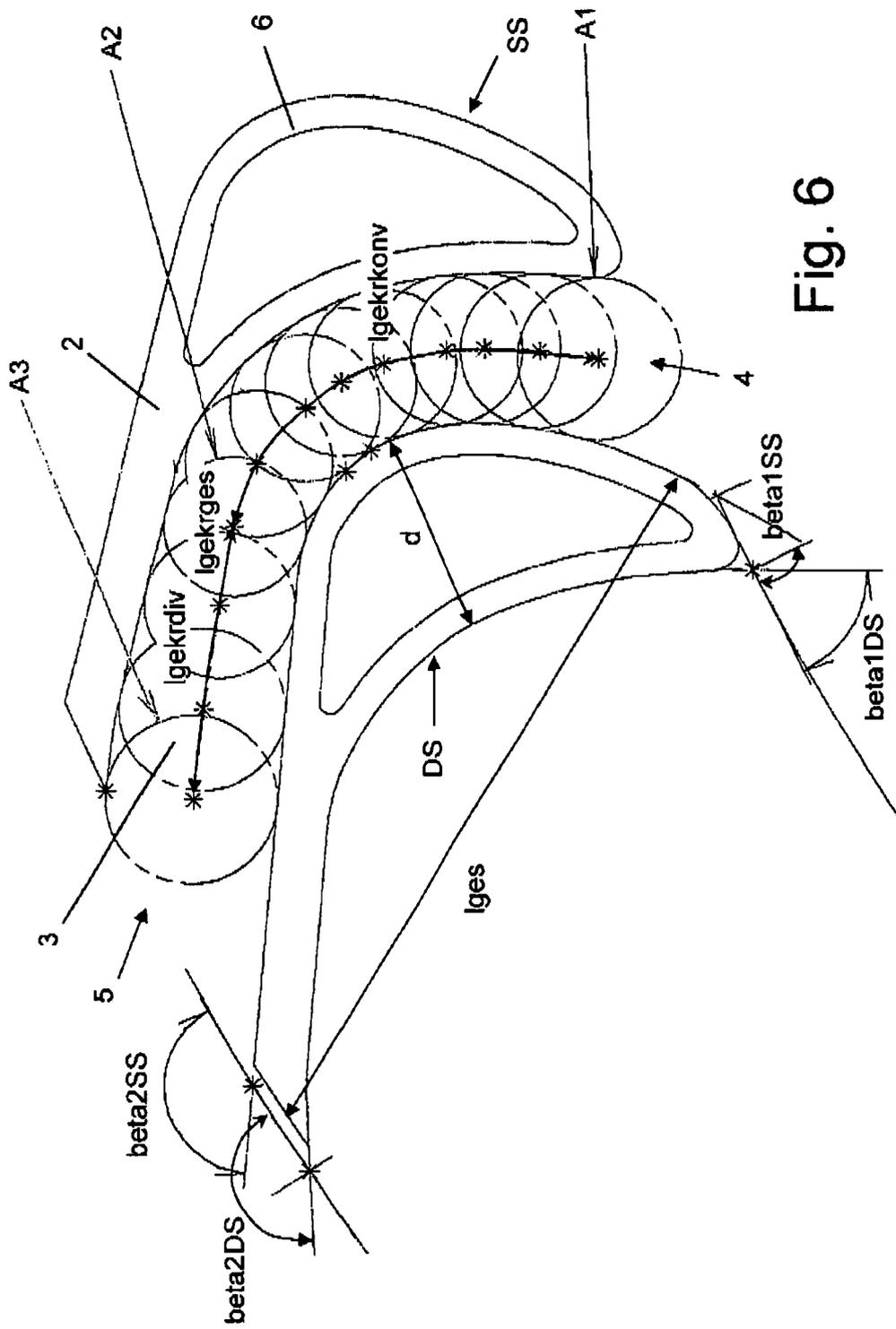
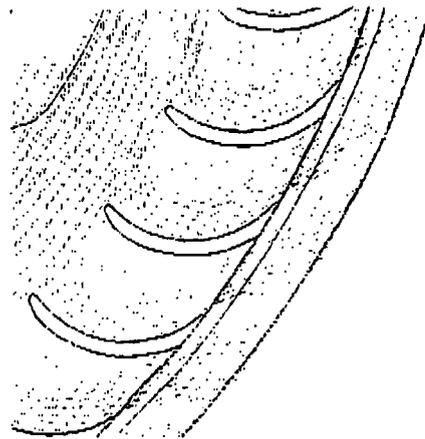


Fig. 6

Auslegung im Betriebspunkt η_{totopt}

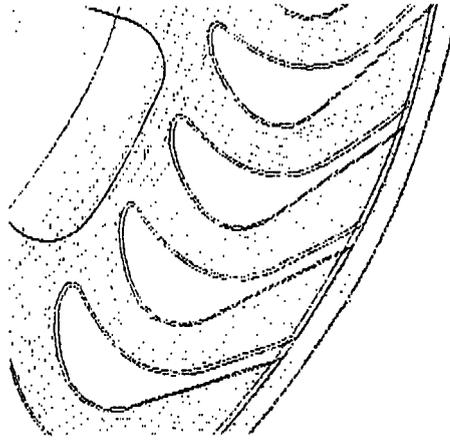
Schaufelkanal

(Stand der Technik unprofiliert)



$\eta_{\text{Lauf}} = 0.85$
 $\eta_{\text{Geb}} = 0.48$
 $\eta_{\text{Ges}} = 0.70$

Laufrad **Geb**läse profiliert



$\eta_{\text{Lauf}} = 0.88$
 $\eta_{\text{Geb}} = 0.49$
 $\eta_{\text{Ges}} = 0.73$

Vorteile

- Keine Wirbelbildung auf Schaufelaußenseite
- Strömung liegt an

$\eta_{\text{Lauf}} + 3.5 \%$
 $\eta_{\text{Geb}} + 2.0 \%$
 $\eta_{\text{Ges}} + 4.3 \%$

Fig. 7

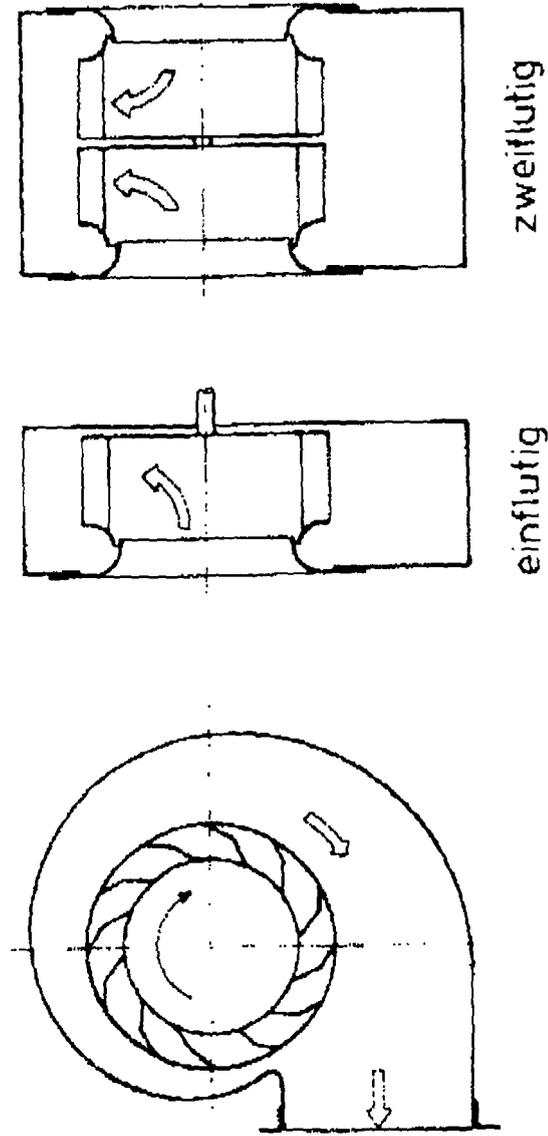


Fig. 8