

(19)



(11)

EP 1 741 933 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.01.2007 Patentblatt 2007/02

(51) Int Cl.:
F04D 29/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06013819.5**

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(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 NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Kilian, Jörg, Dipl.-Ing.
71272 Renningen (DE)**
• **Lucyga, Peter
70499 Stuttgart (DE)**
• **Rapp, Roland
71364 Winnenden (DE)**
• **Schneider, Ulrich
74080 Heilbronn (DE)**
• **Zipf, Nikolaus, Dipl.-Ing.
70563 Stuttgart (DE)**

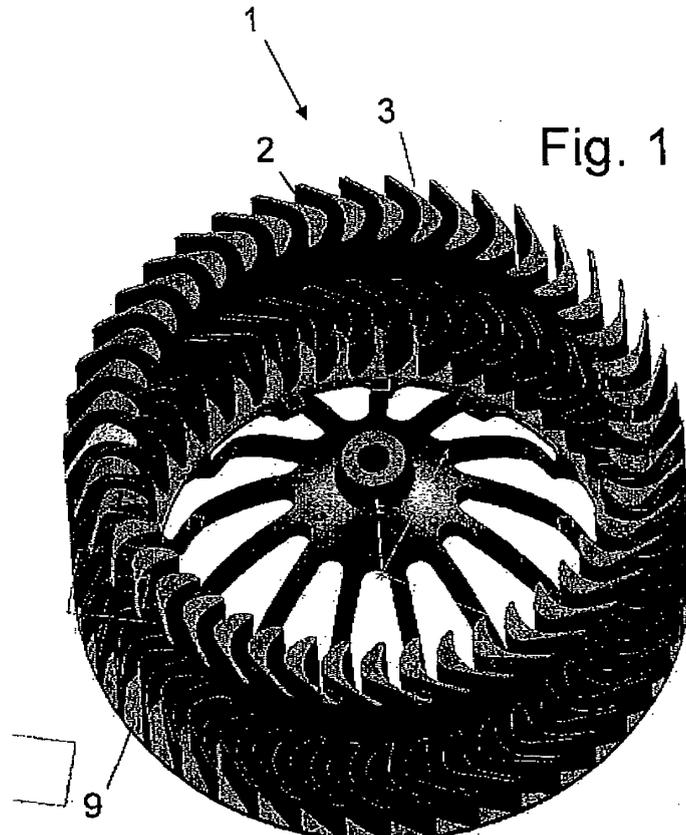
(30) Priorität: **04.07.2005 DE 102005031472**

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

(54) Laufrad und Verfahren zur Herstellung eines Laufrads

(57) Die Erfindung betrifft ein Laufrad, insbesondere Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer Mehrzahl von Schaufeln (2), wobei auf einer

tragenden Struktur (6) der Schaufel (2) zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aufgespritzt oder in die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente eingespritzt ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Laufrads (1).



EP 1 741 933 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laufrad, insbesondere ein Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs, 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. 5, 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 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 Wandungen zu Verzug und Schwund.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Laufrad zur Verfügung zu stellen, das mittels Spritzgießen ohne die oben genannten Probleme herstellbar ist.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Laufrad mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] 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, wobei die Schaufeln durch eine tragende, vorzugsweise massive, Struktur gebildet werden, auf die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aufgespritzt oder in die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente eingespritzt ist. Hierbei handelt es sich bevorzugt bei der tragenden Struktur um einen ersten Kunststoff, der eine ausreichende Festigkeit aufweist, und bei der Weichkomponente um einen zweiten Kunststoff, der weicher ist. Beim zweiten Kunststoff handelt es sich bevorzugt um einen aufgeschäumten Kunststoff.

[0009] 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. Ferner wirkt die Weichkomponente akustisch absorbierend, so dass das Gebläse etwas leiser als entsprechende Gebläse ohne Weichkomponente ist.

[0010] 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.

[0011] Gemäß einer gewichtseinsparenden Ausführungsform sind die Schaufeln bevorzugt zumindest bereichsweise als Hohlprofil ausgebildet. Dabei können zur Erhöhung der Steifigkeit Stege in den Hohlprofilen ausgebildet sein. Diese sind bevorzugt einseitig geschlossen. Im Falle eines zargenseitigen Verschlusses der Hohlprofile werden die Schaufeln bevorzugt zargenseitig konisch verjüngt.

[0012] Die Schaufeln sind bevorzugt auf der Laufrad-Nabenseite motorseitig zylindrisch und zargenseitig konisch ausgebildet, wobei sie sich in Zargenrichtung verjüngen. Dies stellt sicher, dass trotz der starken Profilierung in Verbindung mit der Überdeckung durch die Zarge ein ausreichender Ansaugquerschnitt zur Verfügung steht und es nicht zu

einer Versperrung des Ansaugquerschnitts kommt.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] Die Herstellung eines derartigen Laufrads erfolgt bevorzugt mittels Kunststoff-Spritzgießen, wobei 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, weichen Kunststoff spritzgegossen wird, der auf die tragende Struktur auf- oder in ein durch die tragende Struktur gebildetes Hohlprofil eingespritzt wird.

[0017] Als Materialien für die tragende Struktur kommen insbesondere PA oder PP, aber auch Metalle in Frage. Die die tragende Struktur zumindest bereichsweise umgebende Weichkomponente wird bevorzugt durch einen geschäumten Kunststoff, wie insbesondere S-EPS, in Frage. Ebenfalls sehr gut geeignet ist PP-EPDM. Allgemein können PUR-Schaum, Mefamin-Schaum, PE-Schaum (Verwendung von Treibmittel bei der Applikation), Silikon-Schaum oder mit Einschränkungen auch geschäumte Elastomere verwendet werden.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit mehreren Varianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Laufrads gemäß dem Ausführungsbeispiel,
- Fig. 2 einen Schnitt durch eine Schaufel des Laufrads von Fig. 1,
- Fig. 3a, 3b Schnitte durch Schaufelvarianten,
- Fig. 4 eine Detailansicht eines Schnitts durch eine Schaufel zur Verdeutlichung einzelner Abmessungen,
- Fig. 5 einen Schnitt durch ein herkömmliches, massiv ausgebildetes Laufrad mit durch Pfeile dargestellten Strömungsgeschwindigkeiten im linken Teil der Fig. 5 und einen Schnitt durch ein vorwärtsgekrümmt profiliertes Laufrad gemäß der vorliegenden Erfindung im rechten Teil der Fig. 5,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Laufrad,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Schaufelvariante mit Darstellung der Querschnitte dreier Schnittebenen,
- Fig. 8 einen schematisch dargestellten Schnitt in Längsrichtung durch eine Schaufel zur Verdeutlichung der Schaufelverjüngung,
- Fig. 9 einen ausschnittweisen Schnitt quer durch ein Laufrad mit verjüngten Schaufeln,
- Fig. 10 einen Fig. 9 entsprechenden Schnitt zur Verdeutlichung der Verringerung der Schaufelquerschnittsflä-

che,

Fig. 11a-11d schematische Darstellungen möglicher Verläufe von Schaufelverjüngungen,

5 Fig. 12 eine schematische Darstellung einer symmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel,

Fig. 13 eine schematische Darstellung einer asymmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel, und

10 Fig. 14 eine schematische Darstellung einer symmetrisch-asymmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel.

15 **[0019]** Ein Trommelläufer-Radialgebläse, das für die Förderung von Luft in einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendet wird, weist ein Laufrad 1 mit einem Ring von Schaufeln 2 auf, wobei zwischen je zwei Schaufeln 2 ein Schaufelkanal 3 ausgebildet ist. Das Laufrad 1 ist auf bekannte Weise an einer Gebläsemotorwelle (nicht dargestellt) angebracht. Saugseitig wird das Laufrad 1 teilweise durch die Zarge, die Teil des Spiralgehäuses ist, überdeckt. Die Zargenöffnung für die Luftansaugung ist in Fig. 6 angedeutet.

20 **[0020]** Die Schaufeln 2 sind stark profiliert ausgebildet, wobei der Strömungskanal 3 im Eintrittsbereich 4 konvergent und im Austrittsbereich 5 divergent ausgebildet ist (vgl. Fig. 4). 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.

25 **[0021]** Um die bekannten Probleme bei der Herstellung stark profilierter Schaufeln zu vermeiden, bestehen die Schaufeln 2 aus einer Struktur 6, die vorliegend massiv aus einem Kunststoff ausgebildet ist, und eine ausreichende Festigkeit für die zu erwartenden Belastungen aufweist, sowie einer an der Struktur 6 angespritzten Schicht 7 aus einer Weichkomponente, welche das Profil im stark profilierten Bereich der Schaufel 2 bildet. 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. Die angespritzte Schicht 7 dient lediglich der Profilierung und hat - abgesehen von dem Erfordernis, sich nicht durch die zu fördernde Luft zusammendrücken zu lassen - keine tragende Funktion. Dabei kann die angespritzte Schicht 7 auf ihrer Außenseite 8 auch eine Haut oder eine Beschichtung aufweisen, wobei die Beschichtung, insbesondere zur Vereinfachung der Herstellung, gegebenenfalls auch die gesamten Schaufeln 2 oder das gesamte Laufrad 1 überdecken kann.

30 **[0022]** Die tragende Struktur 6 ist im von der Weichkomponente überdeckten Bereich des Schaufel 2 etwas verjüngt ausgebildet, wobei die Verjüngung allmählich erfolgt. Die Außenkontur ist durch den Übergang von tragender Struktur 6 zu Weichkomponente nicht beeinträchtigt.

35 **[0023]** Die tragende Struktur 6 besteht gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus PA, die Weichkomponente aus PP-EPDM.

40 **[0024]** In den Figuren 3a und 3b sind Varianten der Schaufel 2 dargestellt, wobei vorliegend bei diesen Schaufeln die Struktur 6 selbst das Profil bildet, wofür sie als Hohlprofil, im Falle der zweiten Variante mit einem versteifenden Steg, ausgebildet ist. Im Inneren des Hohlprofils kann - insbesondere aus Steifigkeitsgründen - eine Weichkomponente entsprechend der angespritzten Schicht 7 vorgesehen sein. Ebenfalls kann in einzelnen Bereichen eine außen angespritzte Schicht entsprechend dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel vorgesehen sein. Auch in diesem Fall beträgt die Dicke der Struktur maximal 3 mm, so dass bei der Herstellung kein Verzug oder Schwund auftritt.

45 **[0025]** Über die Lage der tragenden Struktur 6 innerhalb des Profils kann die Dicke der Weichkomponente auf der Schaufelsaug- und -druckseite so eingestellt werden, dass es im Gebläsebetrieb nur zu einer minimalen, nicht die Durchströmung beeinflussenden Verformung der Weichkomponente, insbesondere auf der Schaufeldruckseite, kommt.

50 **[0026]** Ferner erfolgt bei einer derartig profilierten Schaufelausgestaltung, wie in Fig. 5, rechter Teil deutlich zu erkennen ist, 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. 5, wobei jeweils der Strömungsverlauf und der entsprechende Wirkungsgrad im optimalen Betriebspunkt des entsprechenden Gebläses dargestellt ist).

[0027] 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 Profillgesamtlänge (gerade gemessen) bezeichnen:

55 **[0028]** Das Schaufelkanallängenverhältnis L_{kv} liegt bevorzugt zwischen 0,1 und 0,9. Dabei bezeichnet L_{gkrges} die Länge des gesamten, gekrümmten Schaufelkanals, L_{gkrdiv} die Länge des divergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals und $L_{gkrkonv}$ die Länge des konvergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals, wobei

$$L_{\text{gekr ges}} = L_{\text{gekr div}} + L_{\text{gekr konv}}$$

5
und

$$L_{\text{kv}} = L_{\text{gekr div}} / L_{\text{gekr ges}}$$

10
[0029] Die Kanalverjüngung K_{verkonv} im konvergenten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

15

$$K_{\text{verkonv}} = (A_1 - A_2) / L_{\text{gekr konv}}$$

20 liegt vorzugsweise zwischen 0,030 und 0,200. Dabei ist A_1 die Strömungskanalbreite am Eintritt und A_2 die Strömungskanalbreite am engsten Querschnitt.

[0030] Die Kanalerweiterung K_{erwdiv} im divergenten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

25

$$K_{\text{erwdiv}} = (A_3 - A_2) / L_{\text{gekr div}}$$

30 liegt vorzugsweise zwischen 0,05 und 0,17. Dabei ist A_3 die Strömungskanalbreite am Austritt.

[0031] 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° ,

35 **[0032]** 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.

[0033] In Folge einer stark profilierten Ausgestaltung der Schaufeln 2 in Verbindung mit der Eintrittsöffnung (nur ca. 1/3 der Beschauelung ist nicht von der Zarge überdeckt) kann es bei hohen Massenströmen zu Versperrungen im Eintrittsbereich kommen, wie in Fig. 6 angedeutet. Diese können zu einer Verminderung des Wirkungsgrades führen. Aus diesem Grund sind die Schaufeln 2 gemäß einer weiteren Variante über ihre Länge oder zumindest einen oder
40 mehrere Teile hiervon parallel zur Drehachse mit einem unterschiedlichen Querschnitt ausgebildet. Dabei ist der Querschnitt eintrittsseitig, wie in Fig. 7 dargestellt, lauftrad-nabenseitig zylindrisch (die Lauftrad-Nabenseite ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 9 versehen) mit einer Ausformschräge und zargenseitig konisch in Längsrichtung zur Zarge hin verjüngend ausgebildet.

[0034] Die Figuren 8 bis 10 zeigen eine weitere Variante mit sich in Richtung der Zuströmseite verjüngenden Schaufeln 2. Hierbei haben die Schaufeln über einen großen Teil der Schaufellänge in Richtung der Drehachse gesehen einen konstanten Querschnitt. Erst im letzten Viertel verringert sich der Querschnitt der Schaufeln und zwar sowohl in Längsprofilrichtung, wobei sich der Innendurchmesser d_{inenn} bis zu einem verjüngten Innendurchmesser d_{diverj} vergrößert, der Außendurchmesser da jedoch konstant bleibt, als auch in Dickenrichtung. Zur besseren Verdeutlichung der Profilveränderung ist in Fig. 9 die Skelettlinie des Basisprofils durch eine Stern-Strich-Linie gekennzeichnet. Der Verlauf der Verjüngung über die gesamte Schaufellänge ist in Fig. 8 dargestellt. Die Gesamtschaufellänge ist hierbei mit Sl_{gesamt} bezeichnet, der Teil der Schaufellänge, in welchem der Innendurchmesser vergrößert ist, ist mit Sl_{verj} bezeichnet. Der Innendurchmesser d_{diverj} nimmt hierbei, wie aus Fig. 8 ersichtlich, im letzten Viertel der Schaufellänge zu. Die Darstellung von Fig. 8 in Bezug auf die Profillänge ist nicht maßstäblich.

50 **[0035]** Im Allgemeinen sind Verhältnisse von Schaufellänge verjüngt zur gesamten Schaufellänge ($Sl_{\text{verj}}/Sl_{\text{gesamt}}$) von 0,1 bis 0,7, vorzugsweise von 0,15 bis 0,5 und besonders bevorzugt von 0,20 bis 0,25, besonders geeignet.

55 **[0036]** Das Durchmesserverhältnis DV , das sich aus der folgenden Gleichung ergibt,

$$DV = (D_{nenn} - D_{verjüngt}) / D_{nenn}$$

5 beträgt in der Regel 0,01 bis 0,2, vorzugsweise 0,02 bis 0,1 und insbesondere bevorzugt 0,04 bis 0,07, wobei sich D_{nenn} und $D_{verjüngt}$ ergeben aus

$$10 \quad D_{nenn} = d_{inenn} / d_a$$

und

$$15 \quad D_{verjüngt} = d_{iverj} / d_a$$

20 **[0037]** Hierbei ist d_a der Schaufelaußendurchmesser, d_{inenn} der Nenninnendurchmesser der Schaufeln und d_{iverj} der verjüngte Innendurchmesser der Schaufeln.

[0038] Neben der Schaufelprofillänge verringert sich auch die Dicke des Schaufelprofils, so dass sich auch die Querschnittsfläche des Schaufelprofils im verjüngten Bereich verringert. Die relative Querschnittsflächenabnahme ergibt sich aus

$$25 \quad AV = (A_{nenn} - A_{verj}) / A_{nenn}$$

30 wobei A_{nenn} die Querschnittsfläche im nicht verjüngten Bereich ist, und im Folgenden auch als Basisprofil bezeichnet wird, und A_{verj} die Querschnittsfläche im (am meisten) verjüngten Bereich ist. Die Veränderung des Schaufelprofils ist besonders gut aus Fig. 10 ersichtlich. Im Allgemeinen, d.h. nicht explizit auf die vorliegende Variante bezogen, liegt die relative Querschnittsflächenabnahme AV im Bereich von 0,1 bis 0,90, insbesondere von 0,2 bis 0,8 und besonders bevorzugt von 0,3 bis 0,7.

35 **[0039]** Weitere Varianten in Bezug auf den Verlauf der Verjüngung sind beispielhaft in den Figuren 11a bis 11d dargestellt, wobei Fig. 11a einen konvexen Verjüngungsverlauf, Fig. 11b einen konkaven Verjüngungsverlauf, Fig. 11c einen linearen Verjüngungsverlauf und Fig. 11d einen einfach abgestuften Verjüngungsverlauf zeigen. Beliebige Kombinationen wie auch ein ggf. mehrfach abgestufter Verjüngungsverlauf sind möglich.

40 **[0040]** Die Figuren 12 bis 14 zeigen Varianten in Bezug auf die Form der Verjüngung des Schaufelprofils in Richtung der Zuströmseite. Der Verlauf der Verjüngung kann beispielsweise entsprechend der Darstellung der Figuren 11a bis 11d erfolgen. Zur besseren Verdeutlichung der Profilveränderung ist in den Figuren 12 bis 14 die Skelettlinie des jeweiligen Basisprofils durch eine Stern-Strich-Linie gekennzeichnet.

45 **[0041]** Die Verjüngung relativ zum Basisprofil kann symmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in Fig. 12 durch die gestrichelte Linie in einer Schaufel 2 auf der Saugseite dargestellt. Die Verjüngung relativ zum Basisprofil kann auch asymmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in Fig. 13 in einer Schaufel 2 durch die gepunktete Linie auf der Saugseite dargestellt. Die Verjüngung kann ebenso bereichsweise symmetrisch und bereichsweise asymmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in den Figuren 12 bis 14 mit durchgezogenen Linien dargestellt ist und bei Vergleich der durchgezogenen Linien in Bezug auf die gestrichelte bzw. gepunktete Linie ersichtlich wird.

50 **[0042]** Allgemein sei angemerkt, dass die Kanalform im verjüngten Teil der Beschauelung sowohl konvergent, als auch konvergent-divergent oder divergent ausgebildet sein kann.

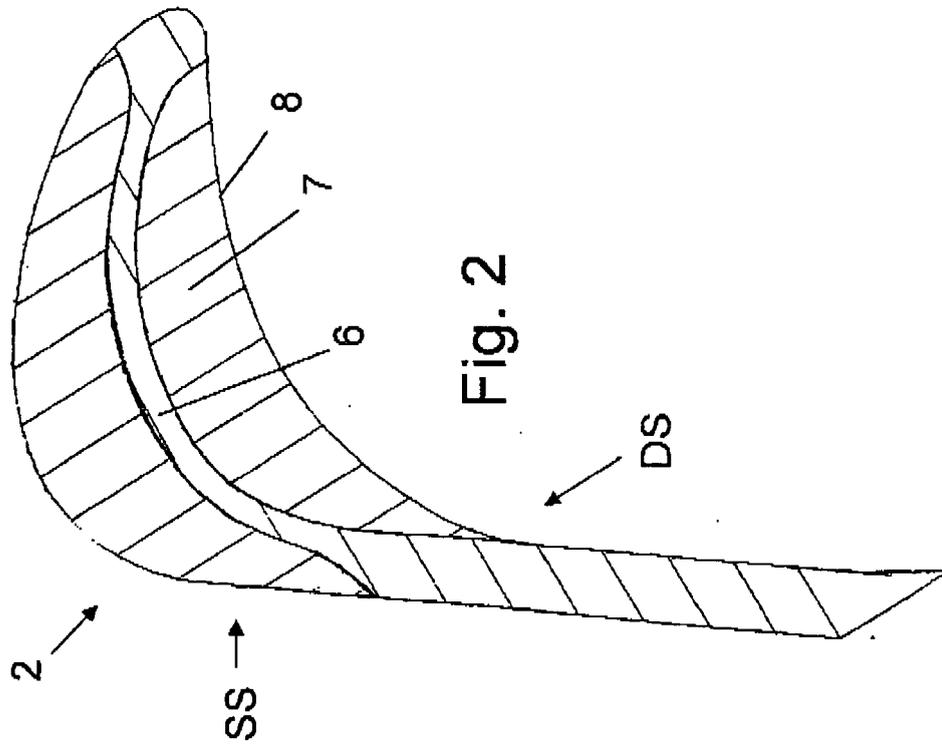
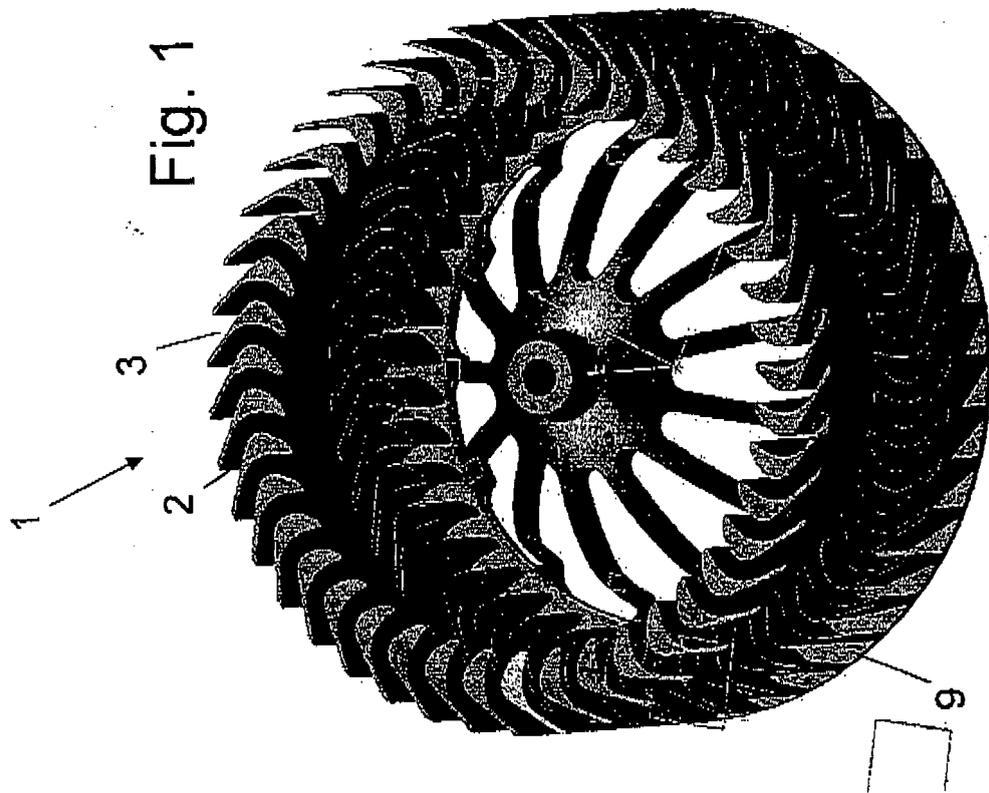
[0043] Besonders bevorzugt weichen die Ein- und Austrittswinkel im sich verjüngenden Schaufelteil von denen im Bereich des Basisprofils, d.h. im Teil mit konstantem Querschnitt, ab, wodurch sich eine aerodynamische Verwindung des Schaufelprofils ergibt. Die Winkel können jedoch auch konstant oder zumindest im Wesentlichen konstant bleiben.

55 **[0044]** Sind die Schaufeln als (Teil-)Hohlprofile ausgebildet, so können dieselben auf der Zargenseite offen oder auch geschlossen ausgebildet sein.

[0045] Gemäß einer nicht in der Zeichnung dargestellten Variante kann auf der Zargenseite auch eine zumindest partielle Deckscheibe vorhanden sein

Patentansprüche

- 5 1. Laufrad, insbesondere Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer Mehrzahl von Schaufeln (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer tragenden Struktur (6) der Schaufel (2) zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aufgespritzt oder in die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente eingespritzt ist.
- 10 2. Laufrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale massive Wandstärke der tragenden Struktur (6) im Bereich der Schaufeln 3 mm beträgt.
- 15 3. Laufrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Weichkomponente zumindest bereichsweise das Profil der Schaufel (2) bildet.
- 20 4. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln zumindest bereichsweise als Hohlprofil ausgebildet sind.
- 25 5. Laufrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stege in den hohl ausgebildeten Schaufeln vorgesehen sind.
- 30 6. Laufrad nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Hohlprofil ausgebildeten Schaufeln einseitig verschlossen sind.
- 35 7. Laufrad nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Inneren des Hohlprofils eine Weichkomponente eingespritzt ist.
- 40 8. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (1) mittels Zwei-Komponenten Kunststoff-Spritzgießens hergestellt ist.
- 45 9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Schaufelprofil in Richtung Zarge zumindest teilweise verjüngt.
- 50 10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) auf der Laufrad-Nabenseite zylindrisch und zargenseitig konisch ausgebildet sind.
- 55 11. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (3) zwischen zwei Schaufeln (2) einströmseitig konvergent und ausströmseitig divergent ausgebildet ist.
12. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelkanallängenverhältnis (Lkv) zwischen 0,2 und 0,6 beträgt.
13. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanalverjüngung (Kverkonv) im konvergenten Teil des Schaufelkanals (3) zwischen 0,030 und 0,20 beträgt.
14. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanalerweiterung (Kerwdiv) im divergenten Teil des Schaufelkanals zwischen 0,05 und 0,17 beträgt.
15. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) des Laufrads (1) stark profiliert ausgebildet sind, wobei 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° betragen.
16. Verfahren zur Herstellung eines Laufrads (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zuerst die tragende Struktur (6) aus einem ersten Kunststoff spritzgegossen und anschließend oder nahezu gleichzeitig zumindest ein Teil der profiliert ausgebildeten Schaufeln (2) des Laufrads (1) durch einen zweiten, weicheren Kunststoff spritzgegossen wird, der auf die tragende Struktur (6) auf- oder in ein durch die tragende Struktur gebildetes Hohlprofil eingespritzt wird.



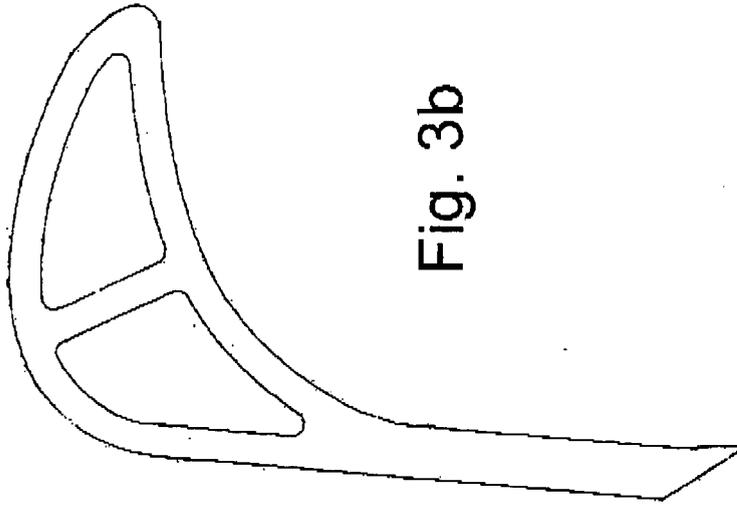


Fig. 3b

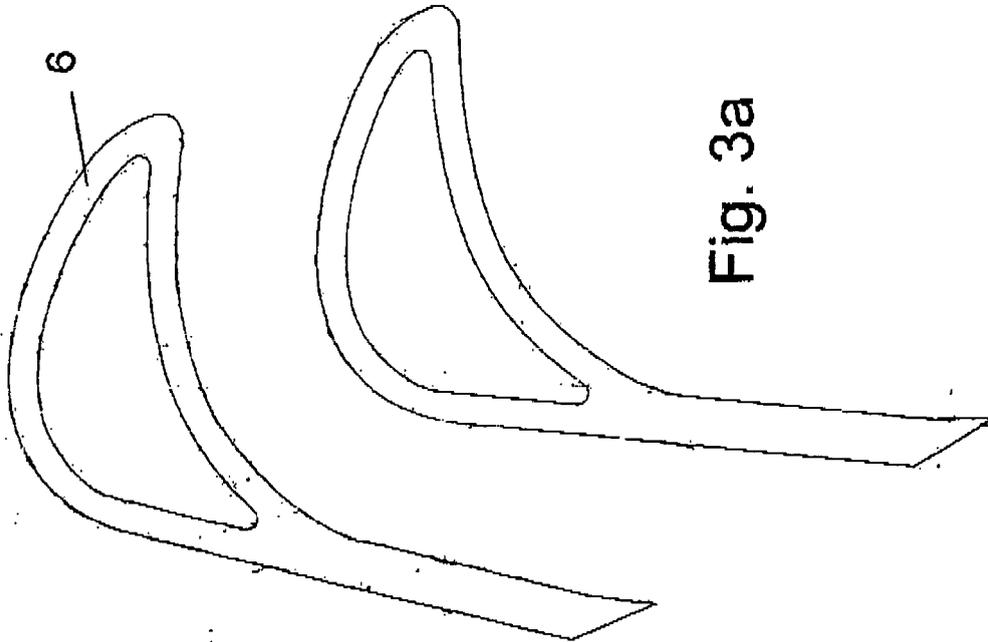


Fig. 3a

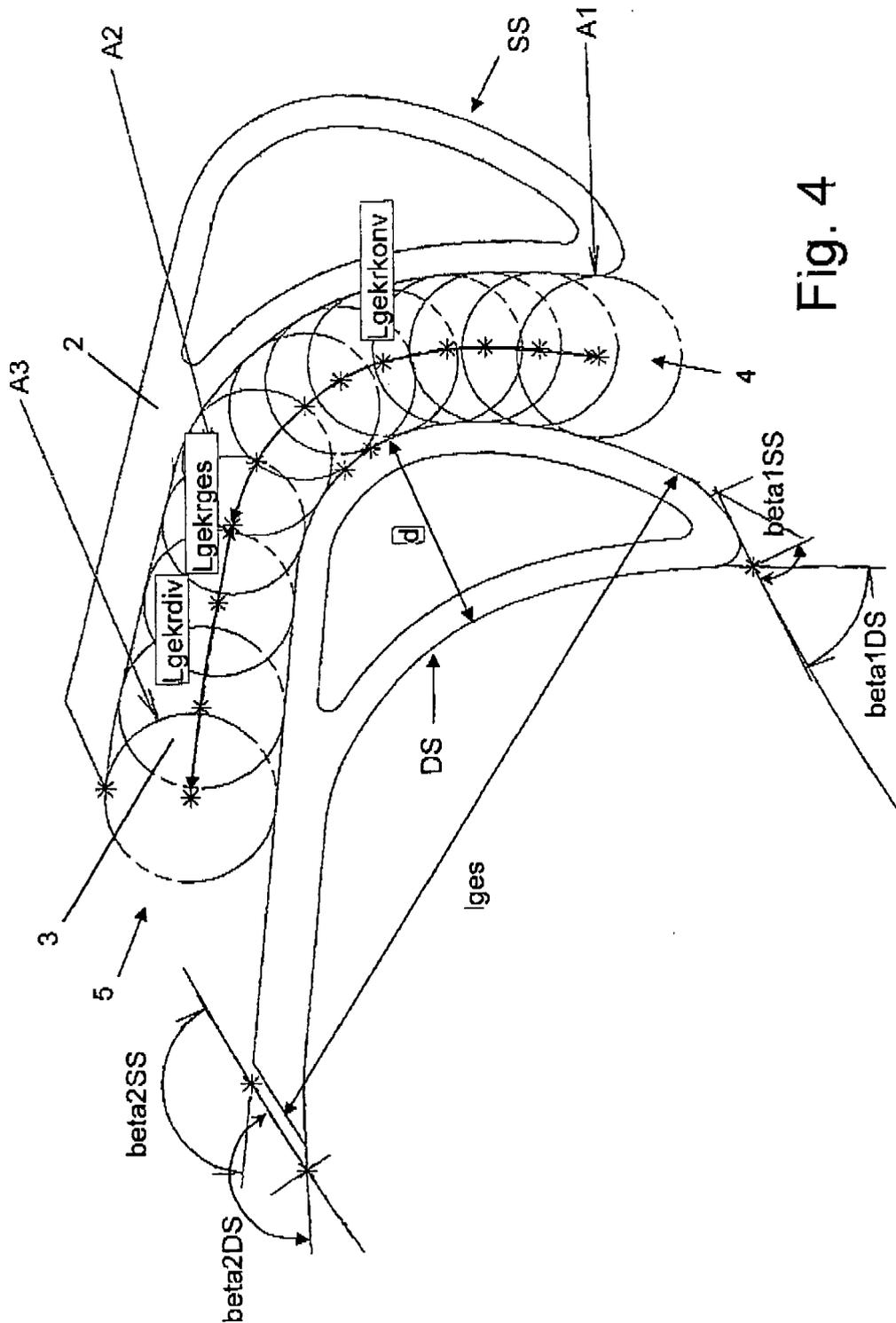
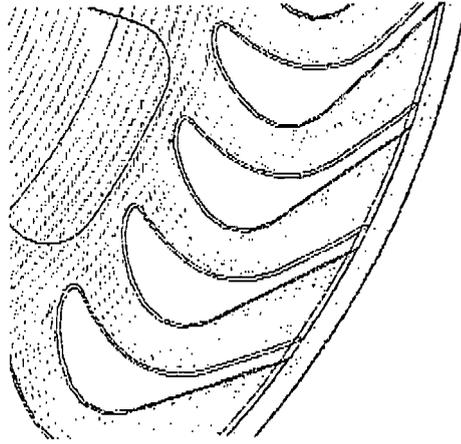


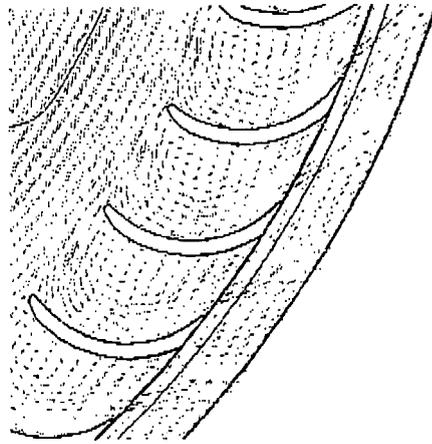
Fig. 4

Laufrad Gebläse profiliert



$$\begin{aligned} \eta_{\text{Laufrad}} &= 0.88 \\ \eta_{\text{Gebläse}} &= 0.49 \\ \eta_{\text{Gebläsetot}} &= 0.73 \end{aligned}$$

Stand der Technik



$$\begin{aligned} \eta_{\text{Laufrad}} &= 0.85 \\ \eta_{\text{Gebläse}} &= 0.48 \\ \eta_{\text{Gebläsetot}} &= 0.70 \end{aligned}$$

Fig. 5

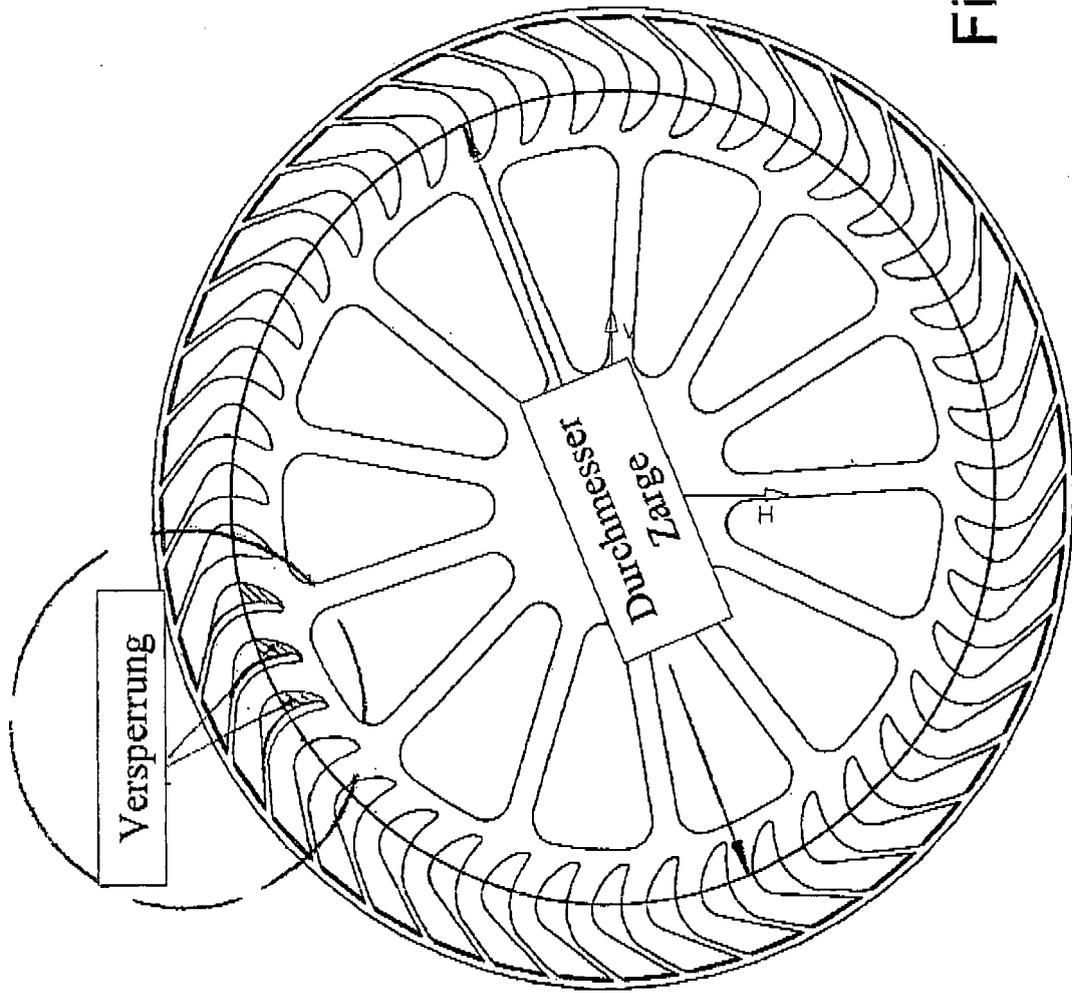
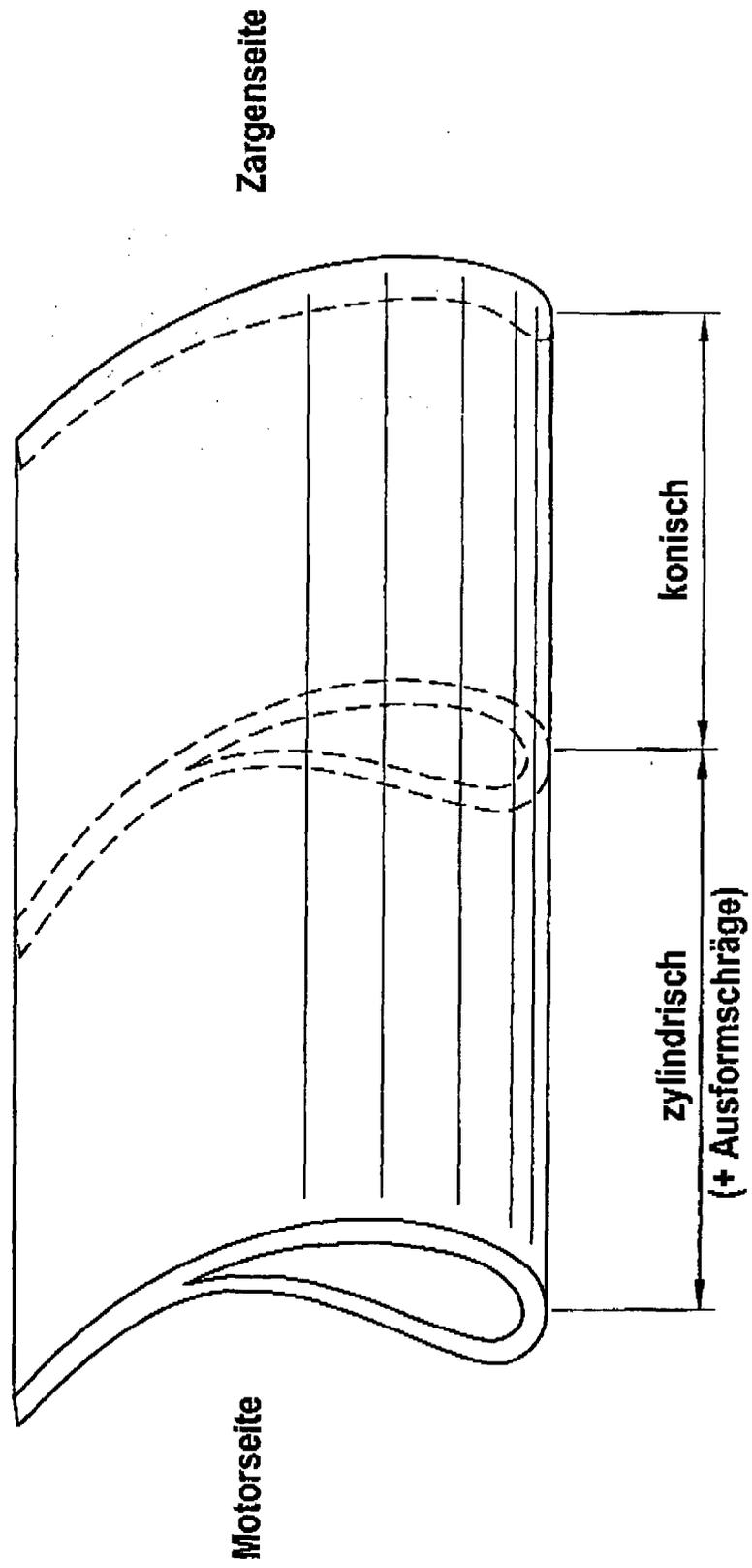


Fig. 6

Fig. 7



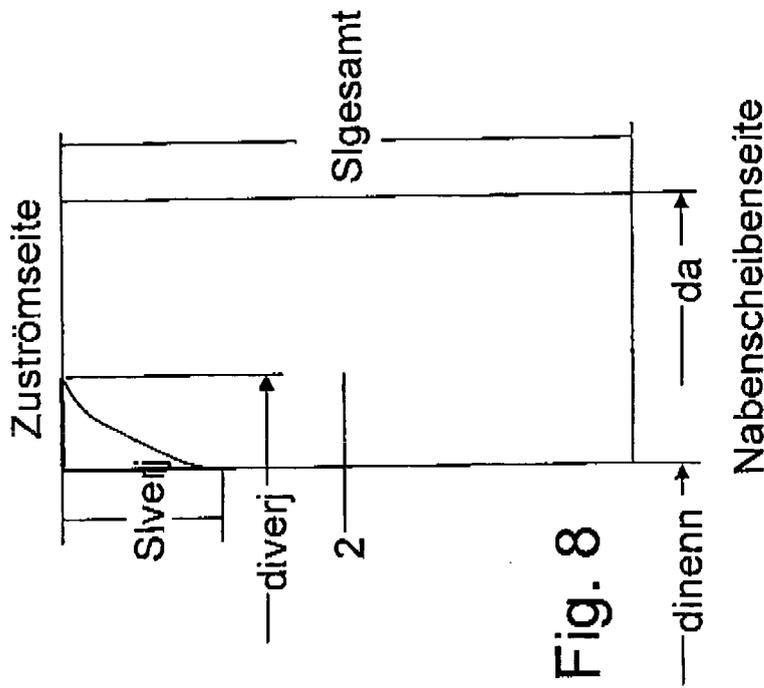
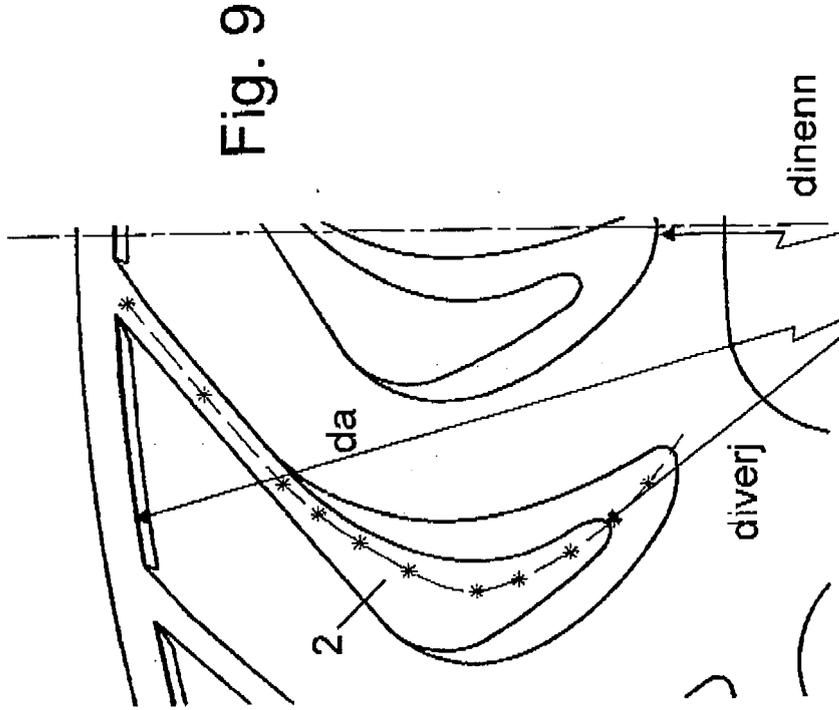


Fig. 8



Durchmesser Verhältnis nenn: $D_{nenn} = d_{inenn} / da$
 Durchmesser Verhältnis verjüngt: $D_{verjüngt} = d_{iverj} / da$

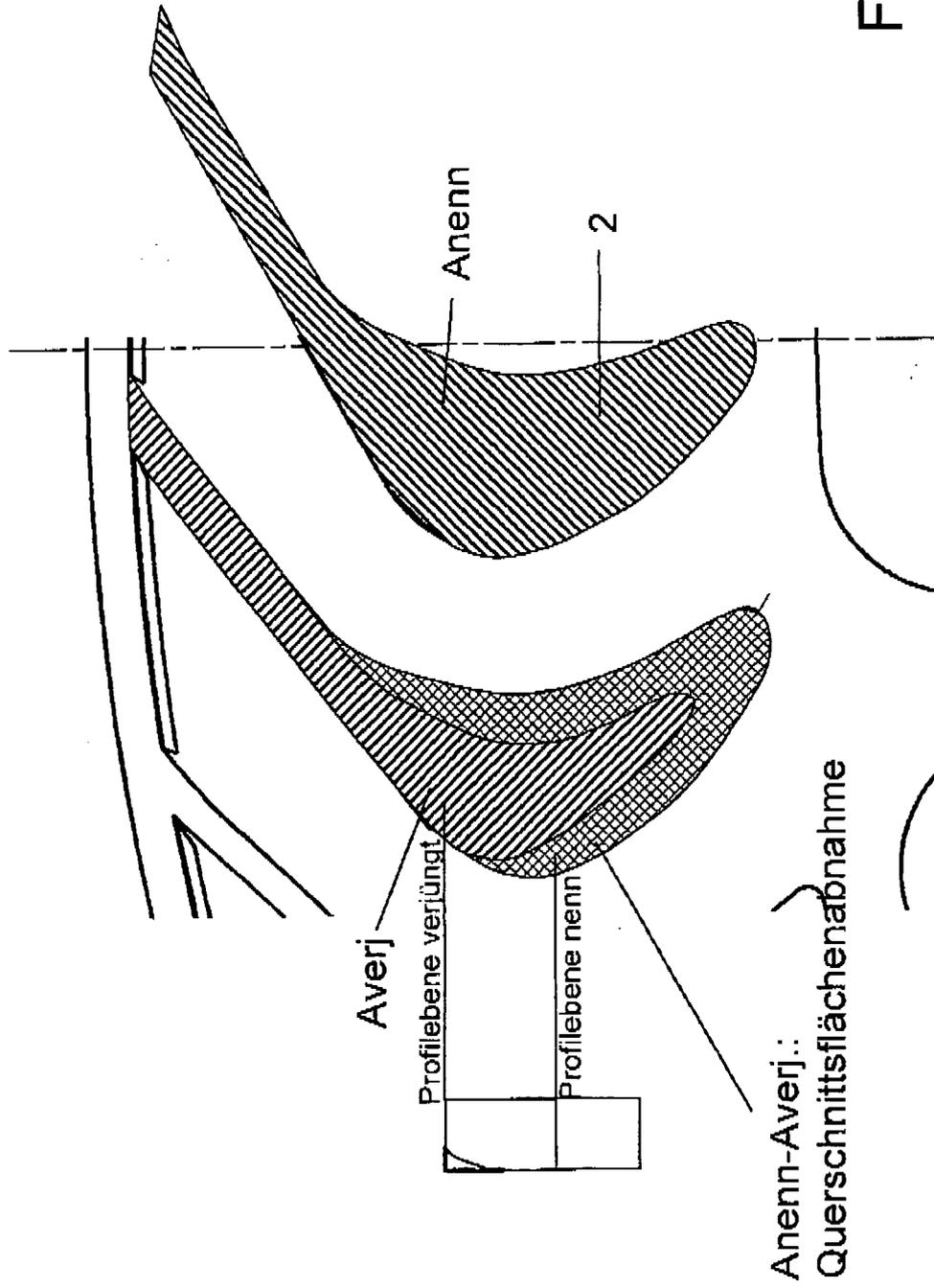


Fig. 10

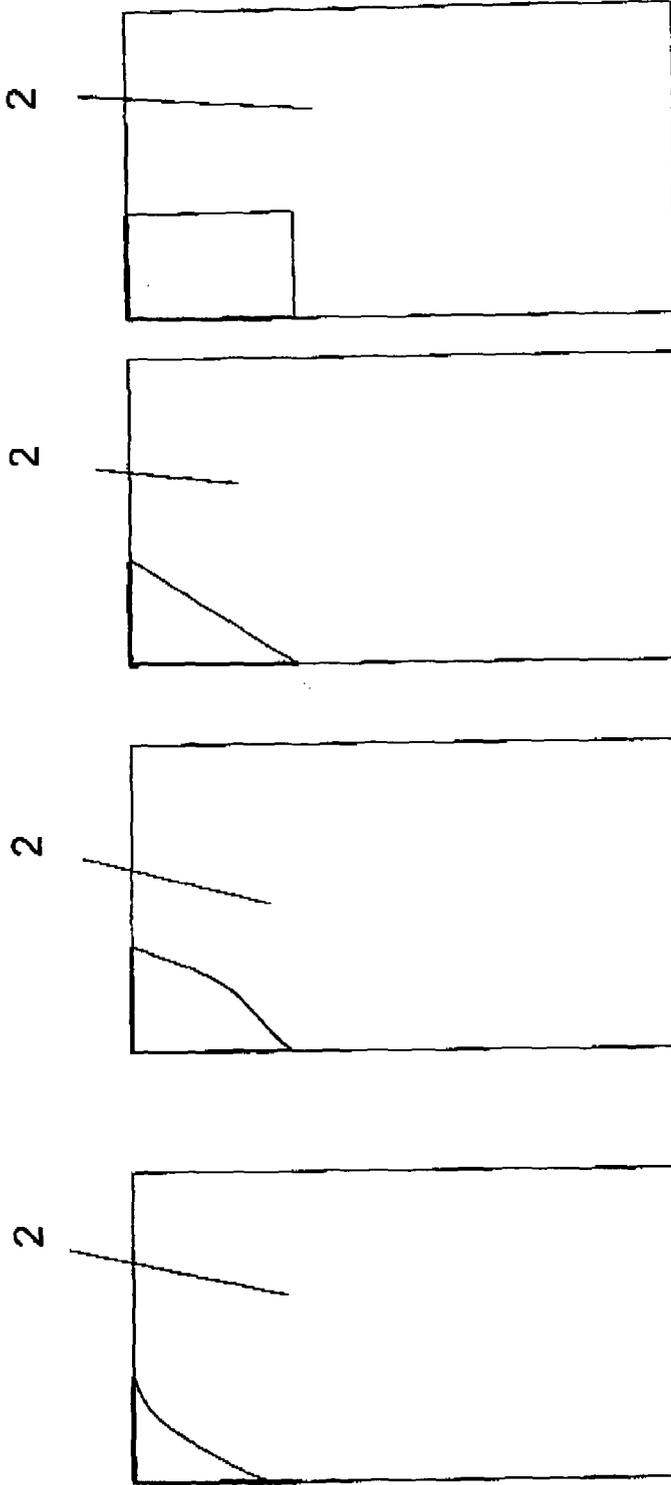


Fig. 11a Fig. 11b Fig. 11c Fig. 11d

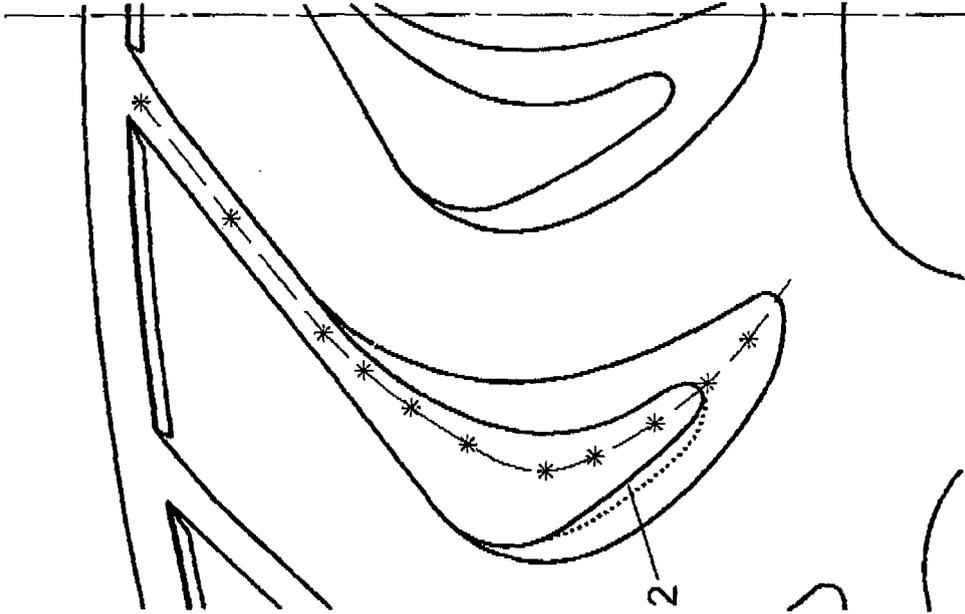


Fig. 13

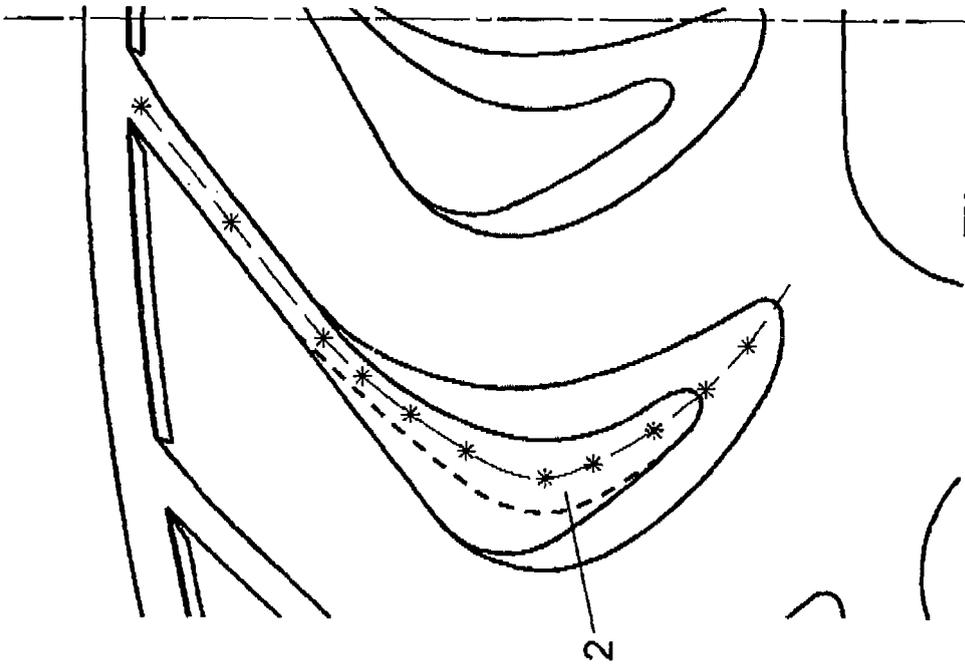


Fig. 12

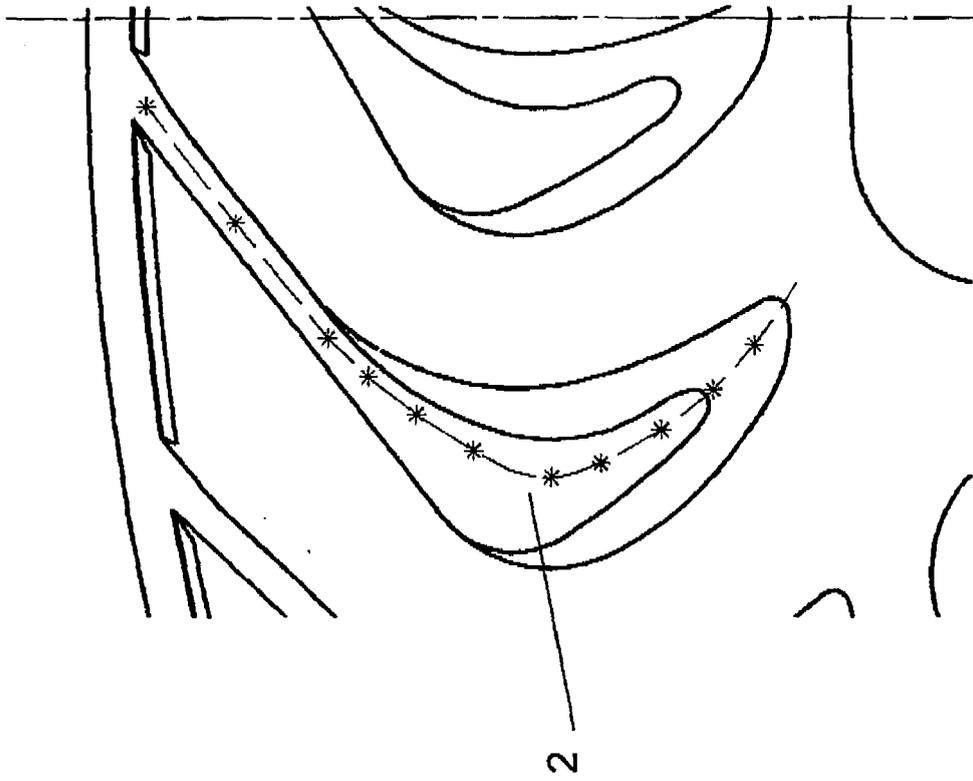


Fig. 14



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2002/023728 A1 (KIKUCHI HITOSHI [JP] ET AL) 28. Februar 2002 (2002-02-28) * das ganze Dokument *	1-3,7,16	INV. F04D29/28
X	EP 0 032 601 A (TRIOLIET MULLOS [NL]) 29. Juli 1981 (1981-07-29) * das ganze Dokument *	1-3,16	
X	US 6 468 038 B1 (KIKUCHI HITOSHI [JP] ET AL) 22. Oktober 2002 (2002-10-22) * das ganze Dokument *	1-3,16	
A	US 3 536 416 A (GLUCKSMAN DOV Z) 27. Oktober 1970 (1970-10-27) * das ganze Dokument *	1,16	
A	DE 195 25 829 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 16. Januar 1997 (1997-01-16) * das ganze Dokument *	1,16	
A	US 5 476 365 A (KOBAYASHI TAKAO [JP]) 19. Dezember 1995 (1995-12-19) * das ganze Dokument *	1,16	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			F04D B29C B29L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Oktober 2006	Prüfer Giorgini, Gabriele
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 : mündliche 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 06 01 3819

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.

27-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002023728	A1	28-02-2002	KEINE	
EP 0032601	A	29-07-1981	NL 7909202 A	16-07-1981
US 6468038	B1	22-10-2002	CN 1280254 A TW 475976 B	17-01-2001 11-02-2002
US 3536416	A	27-10-1970	KEINE	
DE 19525829	A1	16-01-1997	EP 0754863 A1 US 5800128 A	22-01-1997 01-09-1998
US 5476365	A	19-12-1995	JP 7098000 A	11-04-1995

EPO FORM P0461

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