



(10) **DE 10 2010 042 325 A1** 2012.04.12

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 042 325.4**

(22) Anmeldetag: **12.10.2010**

(43) Offenlegungstag: **12.04.2012**

(51) Int Cl.: **F04D 29/32 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Behr GmbH & Co. KG, 70469, Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:

**Grauel, Andreas, 70191, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Aschermann, Uwe, Dipl.-Ing., 76199, Karlsruhe,  
DE; Vollert, Ulrich, 70567, Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

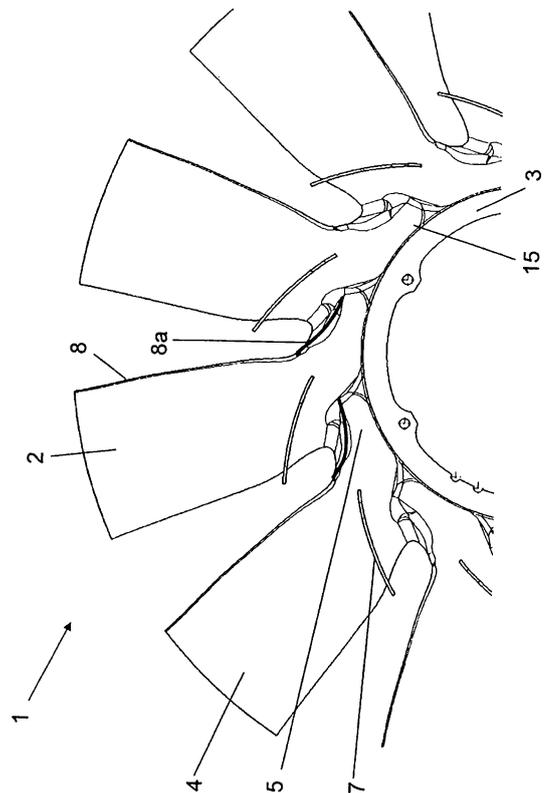
<b>DE</b>	<b>199 29 978</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>6 375 427</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>1 219 837</b>	<b>B1</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Lüfter mit Lüfterschaufeln**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Lüfter mit Lüfterschaufeln, insbesondere für Kühler von Kraftfahrzeugen, wobei die Lüfterschaufeln (2) auf einer Lüfternabe (3) befestigt sind. Bei einem Lüfter, welcher trotz geringem Materialeinsatz eine hohe Festigkeit gegenüber den Strömungsbedingungen im Kraftfahrzeug aufweist, ist jede Lüfterschaufel (2) in Richtung einer Schaufelwurzel (15) nach hinten abgewinkelt, wobei ein abgewinkelter Bereich der Lüfterschaufel (2) mindestens teilweise auf die Lüfternabe (3) heruntergezogen ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Lüfter mit Lüfterschaufeln, insbesondere für Kühler von Kraftfahrzeugen, wobei die Lüfterschaufeln auf einer Lüfternabe befestigt sind.

**[0002]** Gemäß der DE 199 29 978 A1 ist ein Lüfter mit Lüfterschaufeln bekannt, welcher eine Nabenrampe auf der Druckseite der Lüfterschaufeln aufweist, wodurch auf der Druckseite der Lüfterschaufeln die Strömung stabilisiert wird. Auf dem saugseitigen Bereich der Lüfterschaufeln sind Luftleitelemente angeordnet, die einen Strömungskanal bilden und die Luft gezielt von der Nabe auf die Saugseite der Lüfterschaufel, d. h. in dem Bereich der zylindrischen Lüfternabe bzw. in dem Bereich der Nabenrampe, führen.

**[0003]** Aus der EP 1 219 837 B1 ist ein weiterer Lüfter mit Lüfterschaufeln bekannt, bei welchem die Luftleitelemente als flossenartige Stabilisatoren ausgebildet sind. Die außen liegenden Flächen der Stabilisatoren und Flächen von Weiteren, an den Stabilisatoren angeordneten Radialschaufelelementen sind ineinander integriert, so dass eine gemeinsame übergangslose Fläche gebildet wird. Dabei erstreckt sich auch die Nabenrampe, die auf der Druckseite der Lüfterschaufel angeordnet ist, aus dem Schaufelwurzelbereich, von welchem neben dem Radialschaufelelement auch der Stabilisator ausgeht.

**[0004]** Eine solche Anordnung hat den Nachteil, dass sich im Bereich der Anbindung der Lüfterschaufel an die Lüfternabe Massenanhäufungen ergeben, welche die Gefahr in sich bergen, dass fertigungsbedingte Lufteinschlüsse beziehungsweise Lunken in diesen Massenanhäufungen eingeschlossen sind. Darüber hinaus wird eine lange Fertigungszeit benötigt, da sehr lange Abkühlzeiten notwendig sind. Gleichzeitig ist ein hoher Materialeinsatz erforderlich.

**[0005]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Lüfter mit Lüfterschaufeln anzugeben, welcher eine Reduzierung der Massenanhäufung im Bereich der Anbindungen der Lüfterschaufeln gewährleistet, wobei die Herstellungskosten des Lüfters reduziert und die Herstellungszeit verringert wird.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass jede Lüfterschaufel in Richtung einer Schaufelwurzel nach hinten abgewinkelt ist, wobei ein abgewinkelter Bereich der Lüfterschaufel mindestens teilweise auf die Lüfternabe heruntergezogen ist.

**[0007]** Dies hat den Vorteil, dass die Massenanhäufungen reduziert werden, wodurch sich die Gefahr von fertigungsbedingten Lufteinschlüssen und Lunken reduziert und eine verkürzte Fertigungszeit gewährleistet wird. Durch die heruntergezogene Vor-

derkante der Lüfterschaufel wird bei einem wesentlich geringeren Einsatz an Material die Festigkeit des Lüfters verbessert.

**[0008]** Vorteilhafterweise sind eine Wölbung und/oder ein Radius der Lüfterschaufel in einem sich von der Abwinklung nach außen erstreckenden ersten Bereich der Lüfterschaufel verschieden zu einer Wölbung und/oder einem Radius des zweiten, sich von der Abwinklung in Richtung Lüfternabe ausdehnenden Bereich, wobei der zweite Bereich der Lüfterschaufel auf die Lüfternabe heruntergezogen ist. Durch eine solche Anbindung der Lüfterschaufel an die Lüfternabe wird ein sehr homogener und spannungsoptimierter Übergang erreicht.

**[0009]** In einer Ausgestaltung ist die, auf die Vorderkante des auf die Lüfternabe heruntergezogenen zweiten Bereiches der Lüfterschaufel in Drehrichtung nach vorn gesichelt ausgebildet. Durch diese Ausgestaltung werden die Strömungsbedingungen zwischen den zwei aufeinander folgenden Lüfterschaufeln verbessert. Die Sichelung der Lüfterschaufel im Bereich der Lüfternabe dient auch zur Verbesserung der akustischen Eigenschaften des Lüfters.

**[0010]** In einer Variante ist eine Nabenrampe zwischen zwei Lüfterschaufeln konisch ausgebildet. Diese Nabenrampe stabilisiert den Nabenbereich, wodurch eine saubere und verlustarme Umströmung der Schaufelwurzel im Bereich der Lüfternabe ermöglicht wird.

**[0011]** In einer Ausgestaltung ist die Nabenrampe ausgehend von der an der Lüfternabe angeordneten Schaufelwurzel einer Lüfterschaufel direkt auf die Hinterkante der nachfolgenden Lüfterschaufel geführt. Bei dieser Gestaltung bildet die Nabenrampe einen integralen Bestandteil der Lüfterschaufel, was strömungstechnisch besonders vorteilhaft ist. Hierdurch wird die Festigkeit des Lüfters bei einem geringen Materialeinsatz gewährleistet.

**[0012]** In einer Weiterbildung ist auf einer, der Nabenrampe abgewandten Seite der Lüfterschaufel ein Stabilisator angeordnet, welcher insbesondere auf dem zweiten Bereich der Lüfterschaufel in dem auf die Lüfternabe heruntergezogenen Abschnitt der Lüfterschaufel ausgebildet ist. Der Stabilisator dient als Strömungselement und unterbindet Wirbelstrukturen im Bereich der Lüfternabe.

**[0013]** In einer anderen Ausführungsform verläuft der Stabilisator auf einem kleineren Radius als die Nabenrampe auf der Rückseite der Lüfterschaufel. Dabei ist der Stabilisator als Spritzgussteil an der Lüfterschaufel angeordnet. Die Stabilisatoren im Schaufelwurzelbereich der Lüfterschaufeln bewirken auf der Saugseite der Lüfterschaufeln eine Trennung von Naben- und Schaufelströmung und verhindern eine

Ablösung der Strömung sowie eine schädliche Wirbelbildung.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist der Schwerpunkt der Lüfterschaufel, vorzugsweise der erste Bereich der Lüfterschaufel, so weit nach vorn zur Saugseite vorgeschoben, dass sich eine, an der Lüfterschaufel wirkende Zentrifugalkraft und eine, durch eine Druckerhöhung erzeugte aerodynamische Kraft annähernd gegenseitig kompensieren. Das hat den Vorteil, dass die aus den Fliehkräften resultierende Reaktionskraft der Lüfterschaufel in Strömungsrichtung vor der Lüfternabe liegt.

**[0015]** In einer Weiterbildung ist an der Position der Anbindung der Schaufelwurzel an die Lüfternabe mindestens eine Rippe auf der Druckseite des Lüfters radial angeordnet. Dadurch wird der Kraftfluss von der Lüfternabe in die Lüfterschaufel gewährleistet.

**[0016]** In einer Variante weist die Rippe eine geschwungene Außenkante auf, wobei sich die Rippe von der Lüfternabe bis vorzugsweise zur Nabentramppe erstreckt. Durch diesen spannungsoptimierten Schwung der Rippenhinterkante wird der Materialeinsatz reduziert. Darüber hinaus sind die mindestens eine Rippe neben der eigentlichen Anbindung der Lüfterschaufel an der Lüfternabe angeordnet, so dass diese Anbindung, welche der höchsten Belastung durch den sich aufbauenden Druck ausgesetzt ist, entlastet wird.

**[0017]** Der Erfindung liegen zahlreiche Ausführungsformen zugrunde. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

**[0018]** Es zeigt:

**[0019]** [Fig. 1](#): perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lüfters

**[0020]** [Fig. 2](#): Ausschnitt auf eine Vorderseite des Lüfters gemäß [Fig. 1](#)

**[0021]** [Fig. 3](#): Ausschnitt auf eine Rückseite des Lüfters gemäß [Fig. 1](#)

**[0022]** [Fig. 4](#): Darstellung des Stabilisators und einer Rampe an einer Lüfterschaufel

**[0023]** [Fig. 5](#): radial angeordnete Rippen auf der Rückseite des Lüfters

**[0024]** [Fig. 6](#): vergrößerte Darstellung der radial angeordneten Rippen gemäß [Fig. 5](#)

**[0025]** [Fig. 7](#): Anbindung der Lüfterschaufel an die Lüfternabe

**[0026]** [Fig. 8](#): Prinzipdarstellung der Kräfteverhältnisse, die an der Lüfterschaufel angreifen

**[0027]** Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0028]** Ein Lüfter mit Lüfterschaufeln, welche als Axialschaufeln ausgebildet sind, wird in einem Nutzfahrzeug eingesetzt, wo er von einem Fahrzeugmotor angetrieben wird. Der Lüfter ist dabei an einer Motorstirnfläche entweder direkt auf einer Kurbelwelle oder über einen Riemen- bzw. Zahnradantrieb mit dieser verbunden. Die Regelung der Drehzeit des Lüfters wird dabei von einer Kupplung vorgenommen, welche innerhalb einer Lüfternabe angeordnet ist. Durch diese Ankopplung an den Fahrzeugmotor wirken hohe mechanische Belastungen auf den Lüfter. Zum einen in Form von Vibrationen des Fahrzeugmotors bzw. durch die Biegung der Kurbelwelle. Zum anderen durch die Drehzahl. So wird beispielsweise eine Überdrehzahl des Fahrzeugmotors infolge eines Schaltfehlers von der Kupplung nicht so schnell ausgeglichen, so dass auf den Lüfter eine hohe Drehzahlbelastung wirkt.

**[0029]** Ein solcher Lüfter **1** ist in [Fig. 1](#) dargestellt und besteht aus mehreren Lüfterschaufeln **2**, welche um eine Lüfternabe **3** angeordnet und an dieser mit einer Schaufelwurzel **15** befestigt sind. Jede Lüfterschaufel **2** unterteilt sich in zwei Bereiche **4**, **5**. Die Lüfterschaufel **2** weist zwischen diesen beiden Bereichen **4**, **5** eine Abwinkelung **6** auf. Der zweite, zur Lüfternabe führende, Innen liegende Bereich **5** ist dabei nach hinten weg von dem ersten, nach außen ragenden Bereich **4** gezogen und liegt auf der Lüfternabe **3** auf. Der erste Bereich **4** der Lüfterschaufel **2** weist dabei ein anderes Kreisbogenprofil auf als der zweite Bereich **5** der Lüfterschaufel **2**, welcher auf die Lüfternabe **3** heruntergezogen ist. In der Abwinkelung **6** wird an dem ersten, größeren Radius des ersten Bereiches **4** der Lüfterschaufel **2** ein kleinerer Radius angesetzt, so dass der zweite Bereich **5** der Lüfterschaufel **2** einen anderen Kreisbogen bildet als der erste Bereich **4** der Lüfterschaufel **2**. Somit ändern sich die Wölbungen des ersten Bereiches **4** und des zweiten Bereiches **5** der Lüfterschaufel **2**. Durch diese Abknickung **6** wird eine schaufelartige Form der Lüfterschaufel **2** erreicht. Durch das Herunterziehen des zweiten Bereiches **5** der Lüfterschaufel **2** auf die Lüfternabe **3** wird ein sehr homogener und spannungsoptimierter Übergang zwischen Lüfterschaufel **2** und Lüfternabe **3** erreicht, der gleichzeitig für eine gute Belüftung der Kupplung sorgt, welche nicht weiter dargestellt ist und normalerweise innerhalb der Lüfternabe **3** angeordnet ist.

**[0030]** Wie aus der [Fig. 2](#) ersichtlich, ist die Vorderkante **8** des heruntergezogenen zweiten Bereiches **5** der Lüfterschaufel **2** in Drehrichtung des Lüfters **1** nach vorn gesichelt. Der gesichelte Bereich der

Vorderkante **8** der Lüfterschaufel **2** im Bereich der Lüfternabe **3** ist mit dem Bezugszeichen **8a** gekennzeichnet. Diese Sichelung trägt zu einer Verbesserung der Akustik des Lüfters **1** bei. Der Schwung des zweiten Bereiches **5** der Lüfterschaufel **2** wird dabei aus dem Bereich der Lüfternabe **3** herausgezogen.

**[0031]** In **Fig. 3** ist ein Ausschnitt auf die Rückseite (Druckseite) des Lüfters **1** dargestellt, wobei an jeder Lüfterschaufel **2** eine Nabenrampe **9** angeordnet ist. Diese Nabenrampe **9** ist im Bereich zwischen der Lüfterschaufel **2** und der nachfolgenden Lüfterschaufel **2a** konisch ausgeführt. Die Rampenvorderkante **13** ist verrundet und zur Lüfternabe **3** hin nach innen gezogen. Die Nabenrampe **9** wird ausgehend von der Lüfternabe **3** direkt von der vorhergehenden Lüfterschaufel **2** auf die Hinterkante **10** der nachfolgenden Lüfterschaufel **2a** geführt. Dabei bilden die Nabenrampe **9** und die Lüfterschaufel **2** eine Baueinheit und sind integral miteinander verschmolzen, da die Nabenrampe **9** sich ausgehend von der Verbindungsstelle des zweiten Bereiches **5** der Lüfterschaufel **2** erstreckt. Die Nabenrampe **9** endet dabei an der Hinterkante **10** der nächsten Lüfterschaufel **2a**, etwa in halber Höhe der Lüfterschaufel **2a**. Durch diese Ausgestaltung wird die Festigkeit des Lüfters **1** bei einem geringen Materialeinsatz gewährleistet. Die Nabenrampe **9** wird dabei von mehreren Rippen **11** gegenüber der Lüfternabe **3** stabilisiert.

**[0032]** In **Fig. 4** ist ein Ausschnitt der Vorderseite (Stauseite) des Lüfters **1** dargestellt. An der Vorderseite der Lüfterschaufel **2** ist einen Stabilisator **7** angeordnet. Die Nabenrampe **9**, welche sich auf der Rückseite der Lüfterschaufel **2** befindet, ist aus diesem Grunde gestrichelt dargestellt. Der Stabilisator **7** steht annähernd senkrecht zur Lüfterschaufel **2** und ragt aus dieser heraus, wodurch die Strömung stabilisiert wird. Der Stabilisator **7** dient als Strömungselement, um Wirbelstrukturen im Bereich der Lüfternabe **3** in ihrer Ausbreitung zu unterbinden. Der Stabilisator **7** beginnt auf der Lüfterschaufel **2** in dem heruntergezogenen Bereich **5** (zweiter Bereich **5** der Lüfterschaufel **2**) und endet an der Vorderkante **8** der Lüfterschaufel **2**. Gegenüber der Lüfternabe **3** weist der Stabilisator **7** einen kleineren Radius auf als die Nabenrampe **9**.

**[0033]** **Fig. 5** zeigt eine Draufsicht auf die Rückseite des Lüfters **1**, an welcher sich radial erstreckende Rippen **11** angeordnet sind, die zur Versteifung des Lüfters **1** dienen. Bei dieser Ausgestaltung sind an jeder Lüfterschaufel **2** mindestens drei Rippen **11** vorgesehen, wobei davon mindestens zwei Rippen **11** die Nabenrampe **9** abstützen. Diese Rippen **11** tragen dazu bei, dass die jeweilige Lüfterschaufel **2** beim Auftreten von Spannungsspitzen besser entlastet wird. Dabei wird der Kraftfluss von der Lüfternabe **3** in die Lüfterschaufel **2** durch die Rippen **11** gewährleistet.

**[0034]** Wie aus der **Fig. 6** und **Fig. 7** hervorgeht, ist die Lüfterschaufel **2** an der Stelle, wo sie mit der Lüfternabe **3** in Kontakt tritt, durch eine Rippe **11a** verstärkt. Die Rippen **11** sind dabei rechts und links zur Anbindung **14** der Lüfterschaufel **2** an die Lüfternabe **3** angeordnet. Dadurch wird diese Stelle, welche die Stelle mit der höchsten Belastung darstellt, entlastet. Die Tiefe der Rippen **11** an der Anbindung **14** zur Lüfternabe **3** und der Nabenrampe **9** ist aus Gründen der Materialersparnis minimal, jedoch tief genug, dass die Spannungen in der Nabenrampe **9** durch die Fliehkraft, welche an der Lüfterschaufel **2** angreift, nicht zu groß werden. Die Rippe **11** endet ca. 2 cm vor der Hinterkante der Nabenrampe **9**. Die Rippen **11** weisen dabei eine geschwungene Außenkante **12** auf und weiten sich in ihrer Fläche ausgehend von der Lüfternabe **3** in Richtung der Nabenrampe **9**. Diese geschwungene Rippenform verbessert die Strömungsverhältnisse an dieser Stelle.

**[0035]** **Fig. 8** zeigt eine schematische Darstellung der Kräfte, welche am Lüfter **1** auftreten, wenn der Lüfter sich dreht, wobei von der Seite auf die Lüfterschaufel **2** geblickt wird. Die Lüfterschaufel **2** ist dabei nicht zentrisch gegenüber der Nabe **3** angeordnet, sondern der Schwerpunkt **16** der Lüfterschaufel **2** ist nach vorn zur Vorderseite (Saugseite) des Lüfters **1** verlagert. Die Luftförderrichtung **17** trifft von links auf die Lüfterschaufel **2** auf. Beim Drehen des Lüfters **1** wird eine Zentrifugalkraft  $F_Z$  der Lüfterschaufel **2** erzeugt, die an der Vorderkante der Lüfterschaufel **2** auftritt. Das bedeutet, dass die aus den Zentrifugalkräften  $F_Z$  resultierende Reaktionskraft  $F_R$  der Lüfterschaufel **2**, welche aus

$$F_R = \int \omega^2 \rho dV dr,$$

wobei

- $\omega$  Drehgeschwindigkeit des Lüfters,
- $\rho$  Dichte
- $V$  verdrängtes Luftvolumen
- $r$  Radius des Lüfters,

bestimmt wird, in Strömungsrichtung betrachtet vor der Lüfternabe **3** liegt.

**[0036]** Dieser Zentrifugalkraft  $F_Z$  wirkt eine aerodynamische Kraft  $F_D$  entgegen. Diese aerodynamische Kraft  $F_D$  entsteht auf der Rückseite (Druckseite) der Lüfterschaufel **2** durch eine Druckerhöhung. Die aerodynamische Kraft  $F_D$  wirkt auf die Hinterkante der Lüfterschaufel **2** und versucht die Lüfterschaufel **2** in Richtung der Luftförderrichtung **17** zu bewegen. Die Lüfterschaufel **2** baut dabei einen Druck auf.

**[0037]** Diese aerodynamischen Kräfte sind bei gleichbleibender Drehzahl des Lüfters **1** abhängig vom Arbeitspunkt, so dass für die Auslegung des Lüfters **1** eine Annahme bezüglich des Arbeitspunk-

tes gemacht werden muss. In die Lüfternabe **3** wird kein Moment eingeleitet. Die aerodynamischen Kräfte und die Fliehkräfte steigen dabei quadratisch mit der Drehzahl.

**[0038]** Aufgrund der seitlichen Verschiebung des Schwerpunktes der Lüfterschaufel **2** um den Abstand  $a$  von der Lüfternabe **3** in Richtung Luftförderichtung **17**, greift die Zentrifugalkraft  $F_Z$  nicht an der Lüfternabe **3** an, sondern versucht die Lüfterschaufel **2** nach hinten zu kippen. Dies wird durch die angreifenden aerodynamischen Kräfte  $F_D$  aufgrund des besonderen Abstandes der Lüfterschaufel **2** von der Lüfternabe kompensiert.

**[0039]** Der beschriebene Lüfter **1** ist aus einem Kunststoff hergestellt. Fertigungstechnisch wird der Lüfter **1** mit einem einfachen Auf/Zu-Werkzeug ohne den Einsatz von Schiebern erzeugt, wobei der Einsatz von Kunststoff minimiert wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19929978 A1 [[0002](#)]
- EP 1219837 B1 [[0003](#)]

**Patentansprüche**

1. Lüfter mit Lüfterschaufeln, insbesondere für Kühler von Kraftfahrzeugen, wobei die Lüfterschaufeln (2) auf einer Lüfternabe (3) befestigt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Lüfterschaufel (2) in Richtung einer Schaufelwurzel (15) nach hinten abgewinkelt ist, wobei ein abgewinkelter Bereich (5) der Lüfterschaufel (2) mindestens teilweise auf die Lüfternabe (3) heruntergezogen ist.

2. Lüfter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wölbung und/oder ein Radius der Lüfterschaufel (2) in einem, sich von der Abwinklung (6) nach außen erstreckenden ersten Bereich (4) verschieden zu einer Wölbung und/oder einem Radius des zweiten, sich von der Abwinklung (6) in Richtung Lüfternabe (3) ausdehnenden Bereiches (5) sind, wobei der zweite Bereich (5) der Lüfterschaufel (2) auf die Lüfternabe (3) heruntergezogen ist.

3. Lüfter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorderkante (8) des auf die Lüfternabe (3) heruntergezogenen zweiten Bereiches (5) der Lüfterschaufel (2) in Drehrichtung gesichert (8a) ausgebildet ist.

4. Lüfter nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nabenrampe (9) im Bereich zwischen der Blattvorderkante der einen und der Blatthinterkante der folgenden Lüfterschaufeln (2, 2a) konisch ausgebildet ist.

5. Lüfter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabenrampe (9) ausgehend von der an der Lüfternabe (3) angeordneten Schaufelwurzel (15) der Lüfterschaufel (2) direkt auf die Hinterkante (10) der nachfolgenden Lüfterschaufel (2a) geführt ist.

6. Lüfter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf einer, der Nabenrampe (9) abgewandten Seite der Lüfterschaufel (2) ein Stabilisator (7) angeordnet ist, welcher insbesondere auf dem zweiten Bereich (5) der Lüfterschaufel (2) in dem auf die Lüfternabe (3) heruntergezogenen Abschnitt ausgebildet ist.

7. Lüfter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stabilisator (7) auf der Vorderseite der Lüfterschaufel (2) auf einem kleineren Radius verläuft als die radiale Ausdehnung der Nabenrampe (9) auf der Rückseite der Lüfterschaufel (2).

8. Lüfter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwerpunkt (16) der Lüfterschaufel (2) so weit nach vorn zur Saugseite verschoben ist, dass sich eine an der Lüfterschaufel (2) wirkende Zentrifugalkraft ( $F_Z$ ) und eine, durch eine Druckerhöhung an der Lüfter-

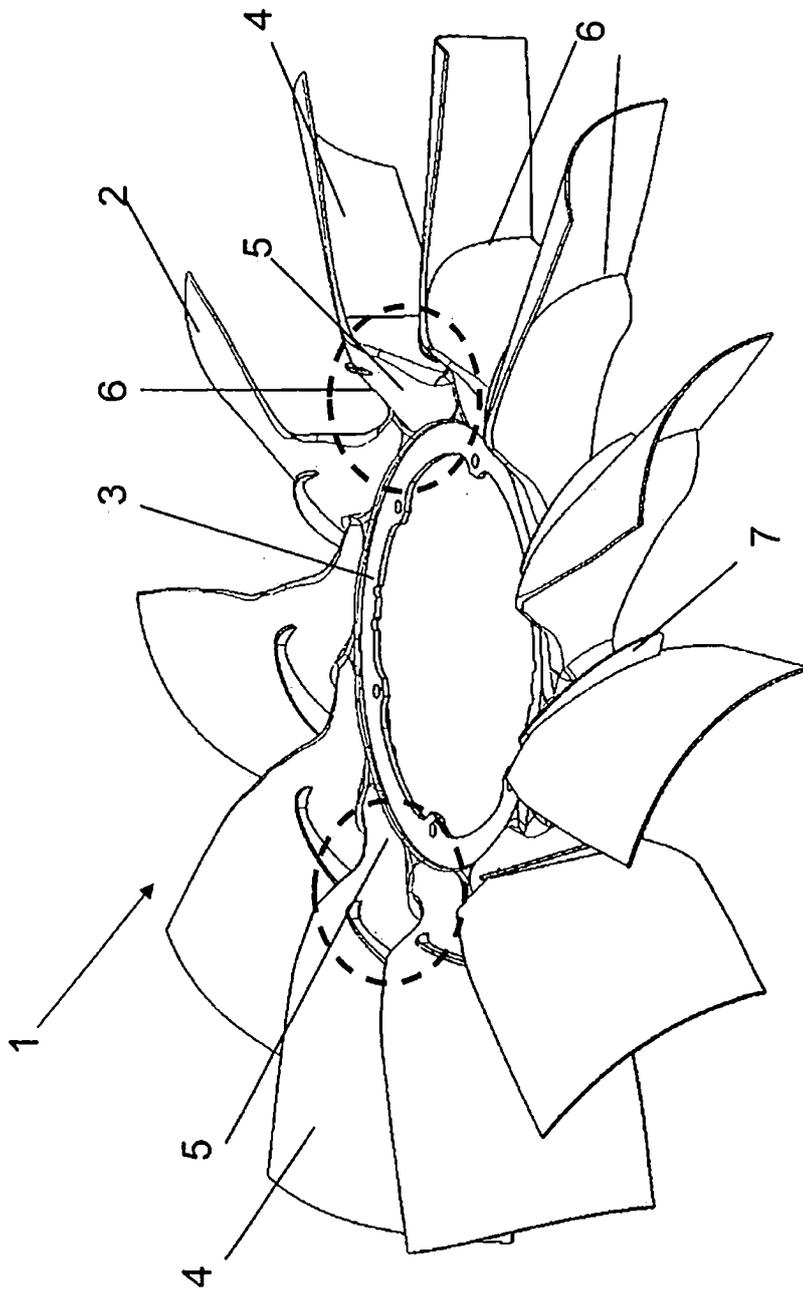
schaufel erzeugte aerodynamischen Kraft ( $F_D$ ) annähernd gegenseitig kompensieren.

9. Lüfter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass annähernd an der Anbindung (14) der Schaufelwurzel (15) an die Lüfternabe (3) mindestens eine Rippe (11) auf der Druckseite des Lüfters (1) radial angeordnet ist.

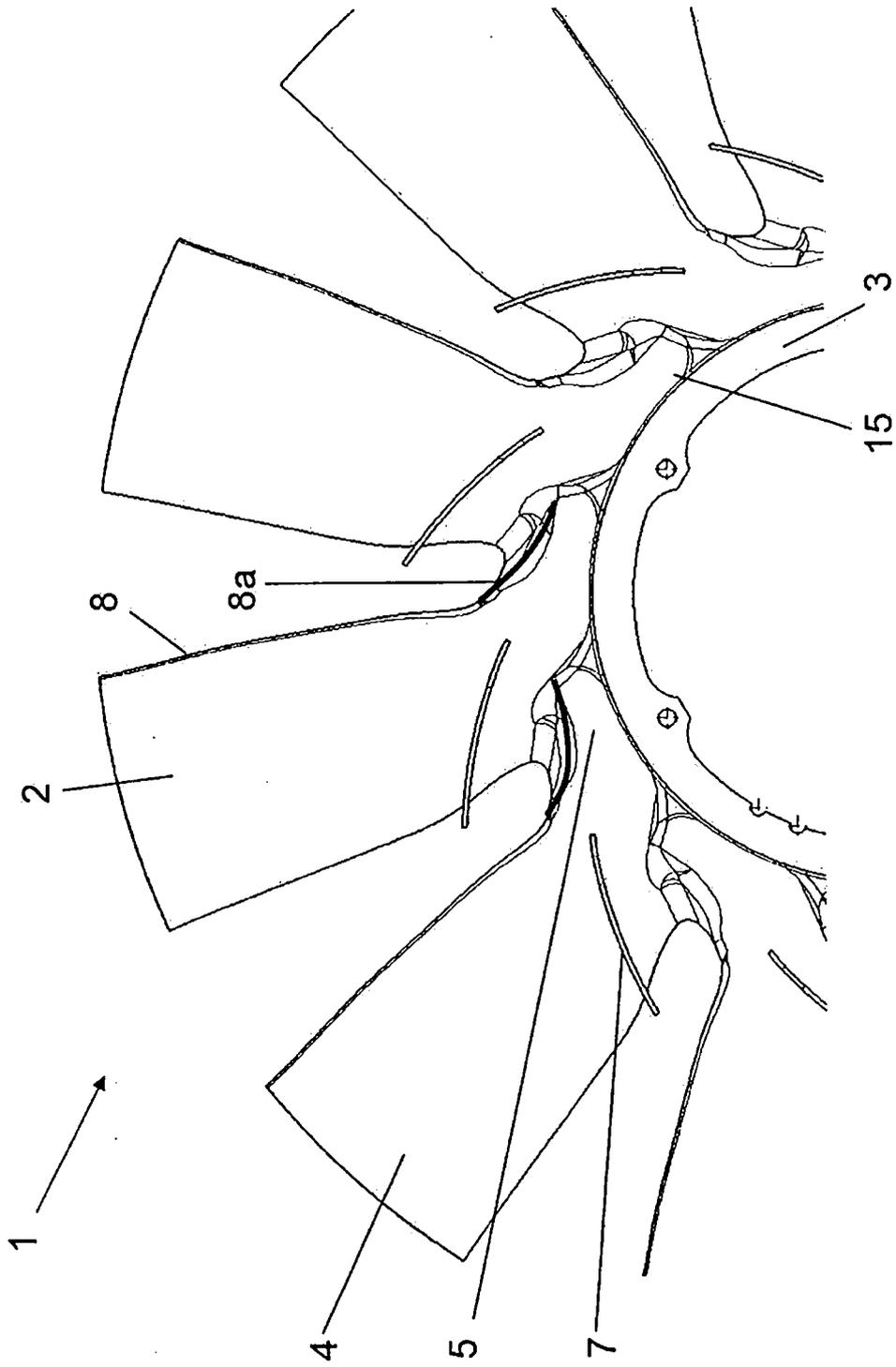
10. Lüfter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippe (11) eine geschwungene Außenkante (12) aufweist, wobei sich die Rippe (11) von der Lüfternabe (3) bis vorzugsweise zur Nabenrampe (9) erstreckt.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

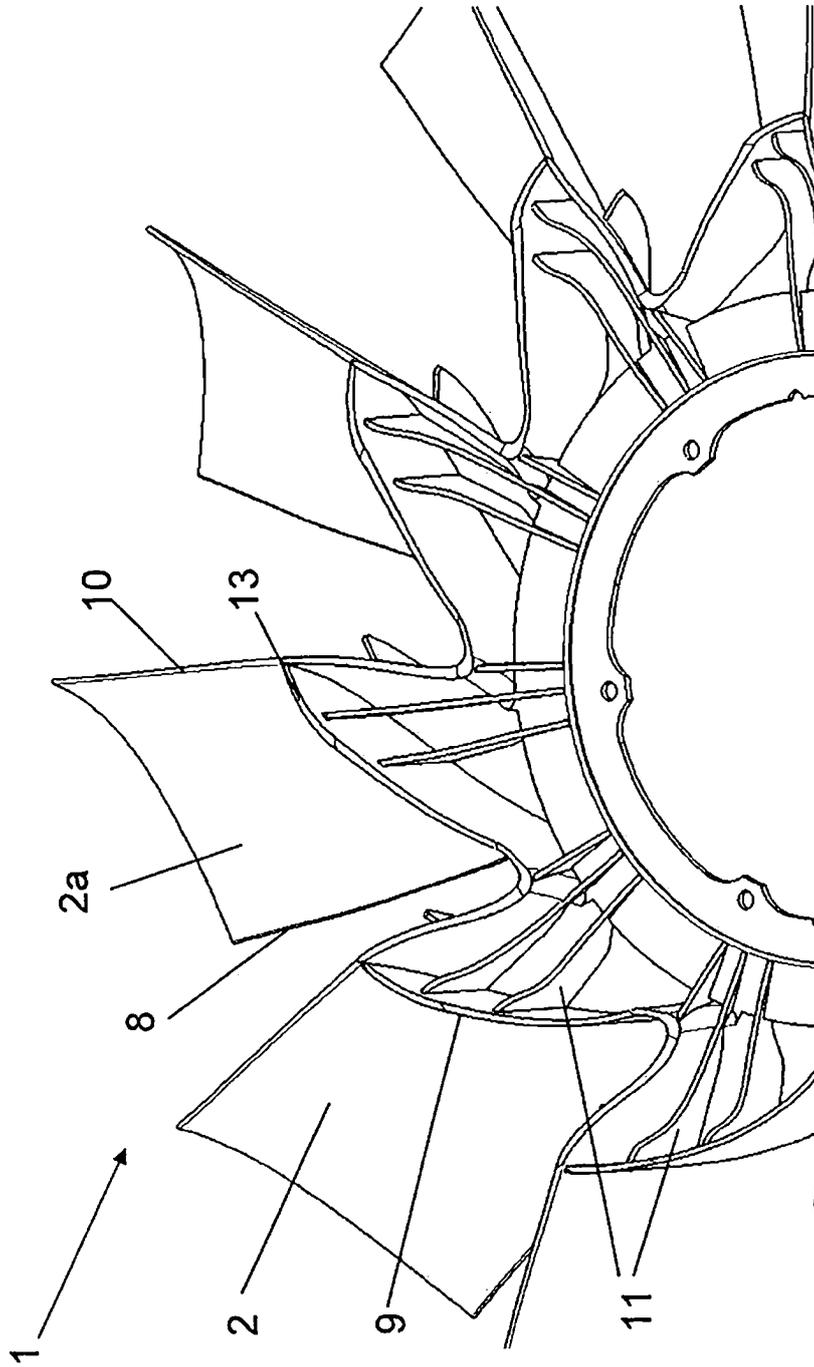
Anhängende Zeichnungen



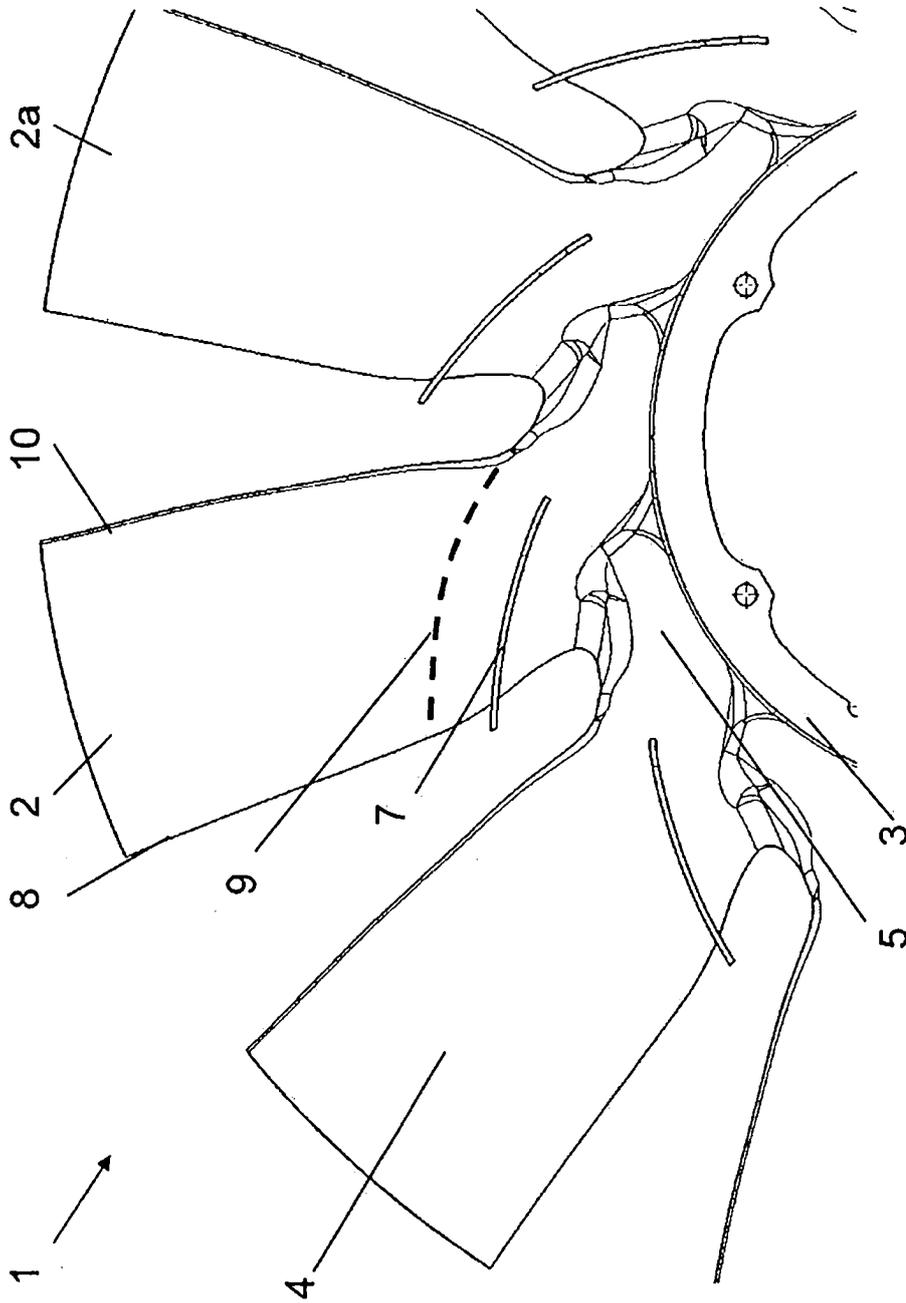
Figur 1



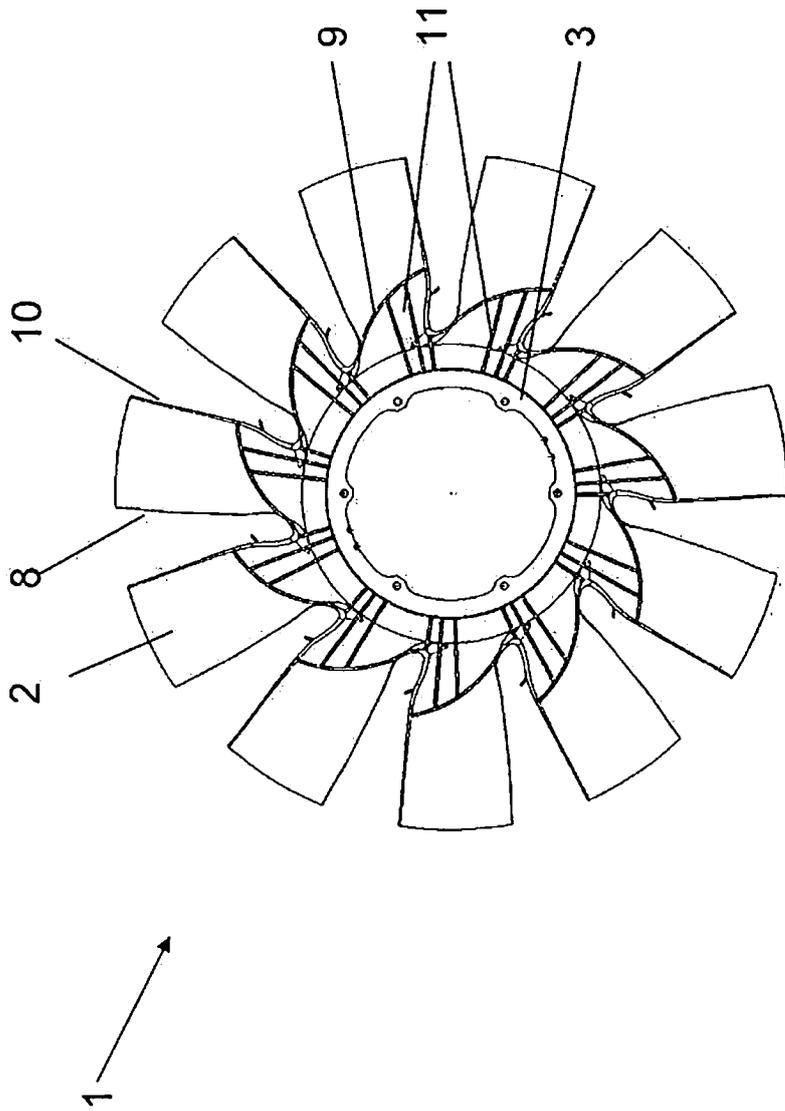
Figur 2



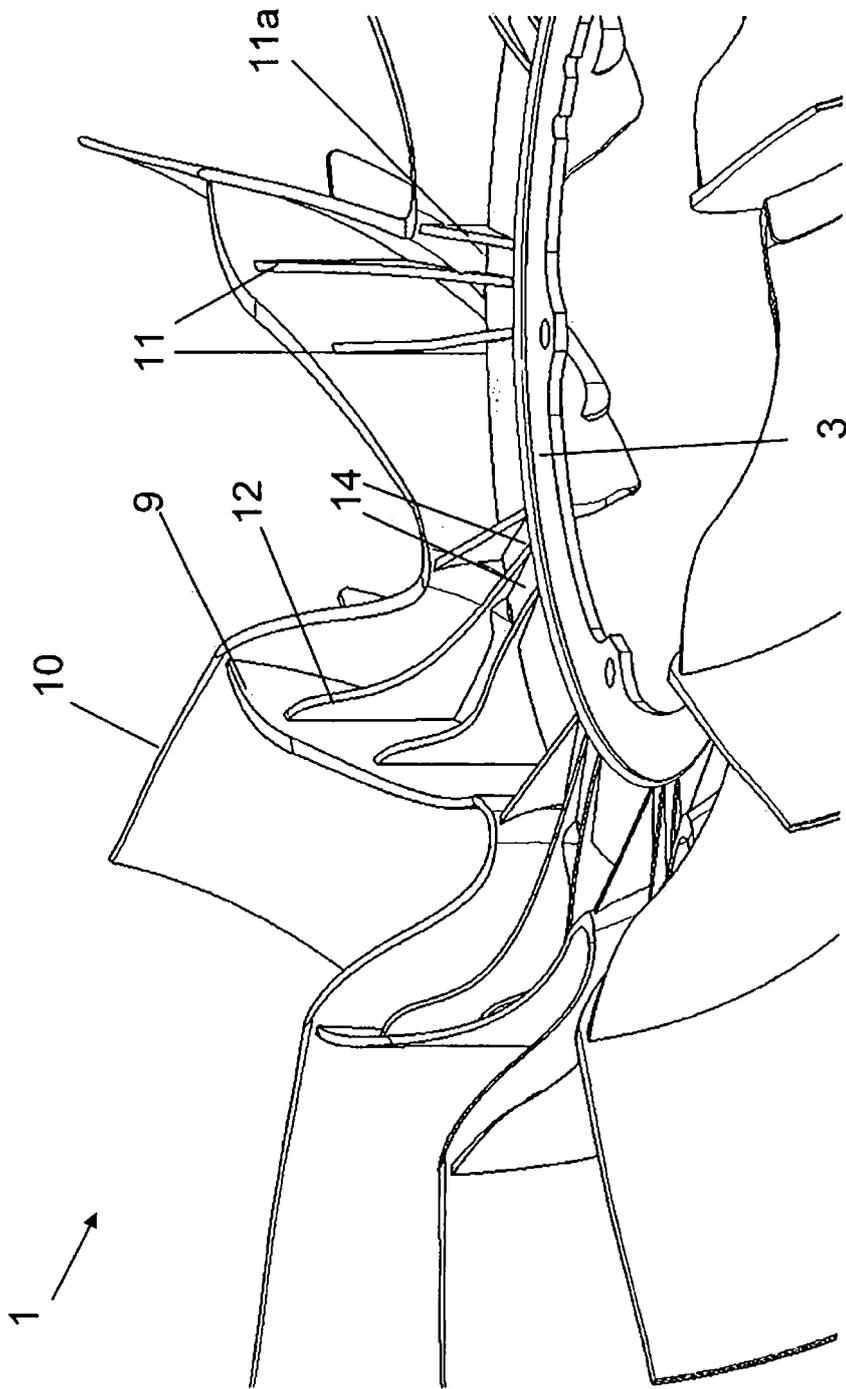
Figur 3



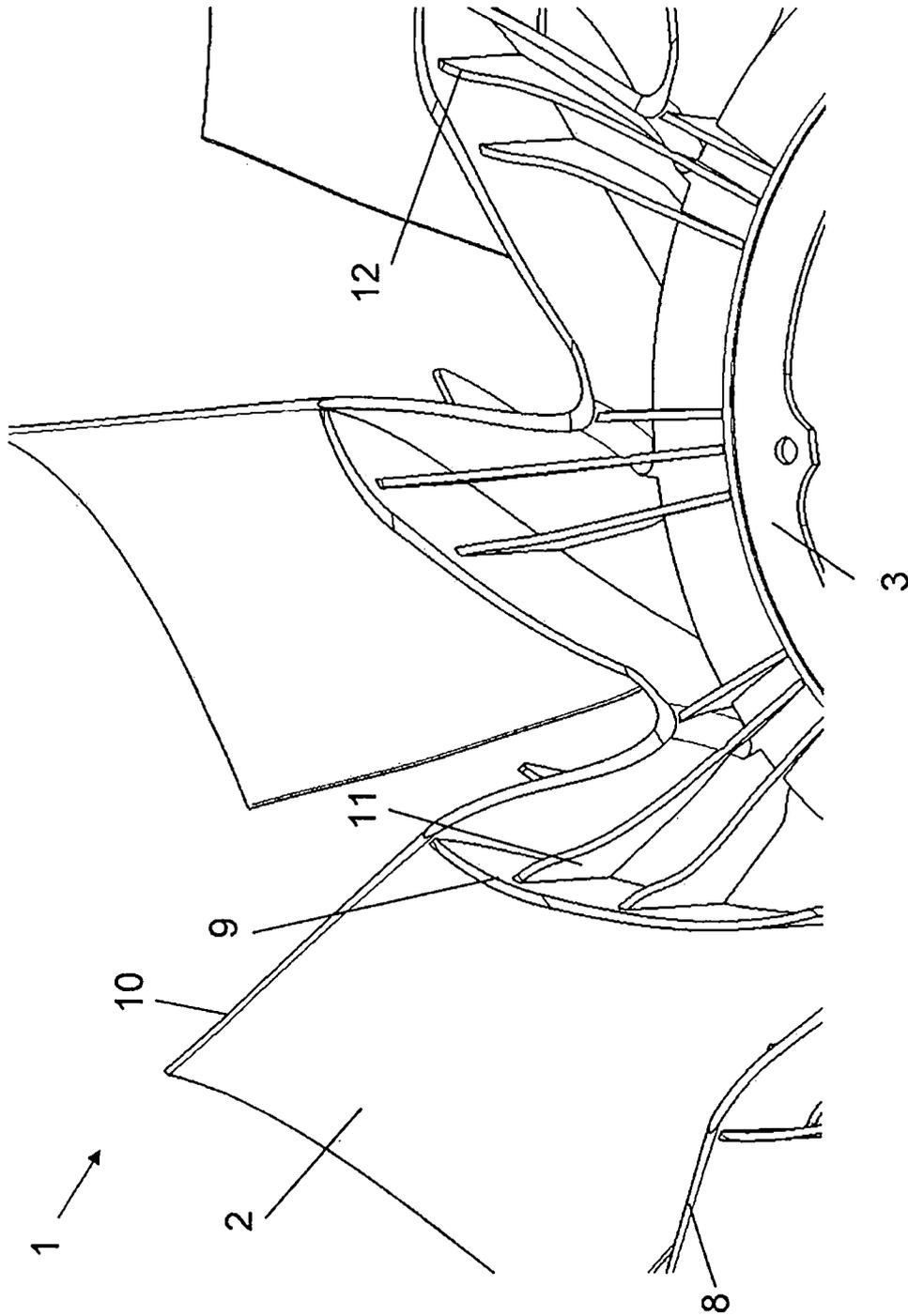
Figur 4



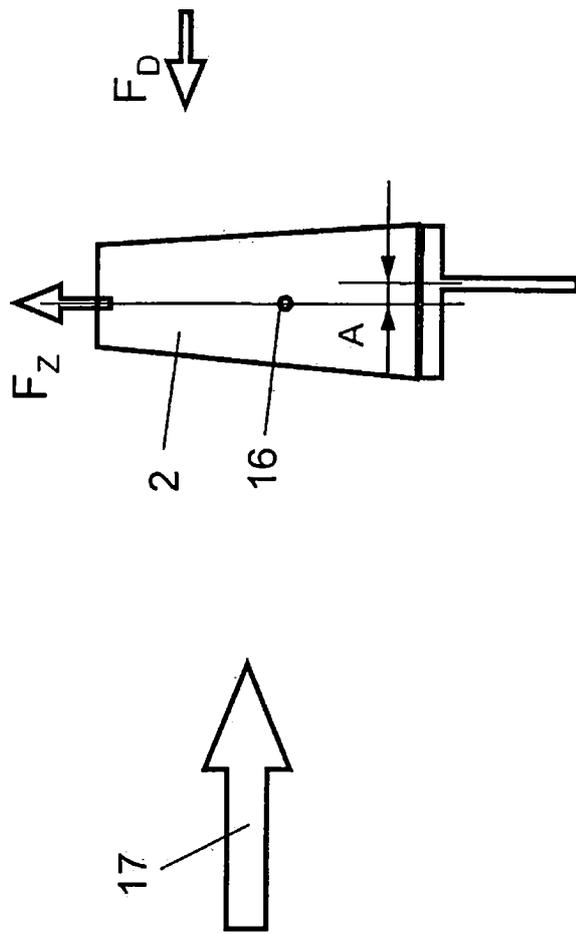
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8