

(19)



(11)

EP 4 502 393 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.02.2025 Patentblatt 2025/06

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 29/44 ^(2006.01) **F04D 29/46** ^(2006.01)
F04D 27/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24191217.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 27/002; F04D 29/444; F04D 29/462;
F04D 29/464; F05D 2260/821; F05D 2270/709;
F05D 2270/80

(22) Anmeldetag: **26.07.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Howatherm Klimatechnik GmbH**
55767 Brücken (DE)

(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht vor**

(74) Vertreter: **Kutsch, Bernd**
- trierpatent -
Monaier Strasse 21
54294 Trier (DE)

(30) Priorität: **29.07.2023 DE 102023120219**

(54) **VENTILATOR MIT EINER NACHLEITEINRICHTUNG UND DESSEN VERWENDUNG, VENTILATIONSVORRICHTUNG DAMIT UND STEUERUNGSSYSTEM, UND VERFAHREN ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG UND/ODER LEISTUNGSSTEIGERUNG EINER VENTILATIONSVORRICHTUNG**

(57) Es wird ein Ventilator (2) mit einer Nachleiteinrichtung (1) zur Erweiterung des Ventilators (2) und mit einem Ventilatorgehäuse vorgeschlagen, wobei die Nachleiteinrichtung (1) mehrere verstellbare oder veränderbare Leitelemente (4) zur Beeinflussung der den Ventilator (2) verlassenden Luftströmung, insbesondere zur Druckrückgewinnung und/oder Drallreduktion, aufweist. Weiter wird eine Ventilationsvorrichtung (6) umfassend eine Strömungsmaschine mit einem solchen Ventilator (2) mit einer Nachleiteinrichtung (1) und ein Steuerungssystem mit einer solchen Ventilationsvorrichtung (6) und mit einem Datenverarbeitungssystem vorgeschlagen. Daneben wird ein Verfahren zur Effizienzsteigerung und/oder Leistungssteigerung einer Ventilationsvorrichtung vorgeschlagen, wobei einem Ventilator (2) in Luftströmungsrichtung nachfolgend, insbesondere radial außen als radiale Erweiterung, eine Nachleiteinrichtung (1) zugeordnet ist, die die Luftströmung beeinflusst, insbesondere eine Drallreduktion und/oder eine Druckrückgewinnung bewirkt. Der Ventilator (2) mit Nachleiteinrichtung (1) kann als Diffusor verwendet werden oder zusammen mit insbesondere im Ventilatorgehäuse befestigten Sensoren zur Speisung einer Datenbank und zur Nutzung in einem selbstlernenden System.

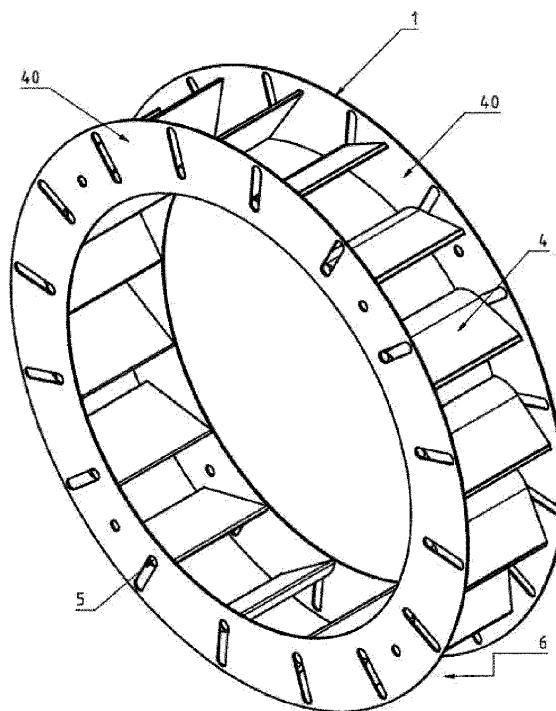


Fig. 1b

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ventilator mit einer Nachleiteinrichtung, eine Ventilationsvorrichtung mit einem Ventilator mit einer Nachleiteinrichtung, ein Steuerungssystem mit einer Ventilationsvorrichtung, ein Verfahren zur Effizienzsteigerung und/oder Leistungssteigerung einer Ventilationsvorrichtung und die Verwendung einer radial um einen Ventilator angeordneten Nachleiteinrichtung als Diffusor.

Stand der Technik

[0002] Aus DE 384 0 268 C1 ist eine Luftausblasvorrichtung bekannt, die einen Diffusor in der Austrittsebene einer Ausblaswirbelkammer anordnet.

[0003] Aus EP 2 815 130 B1 ist ein Ventilator mit Diffusor bekannt, wobei hier die Aufgabe darin gesehen worden ist, einen gattungsgemäßen Diffusor, einen gattungsgemäßen Ventilator und ein Gerät so auszubilden, dass der Platz auf den Geräten optimal ausgenutzt werden kann, ohne dass hierfür eine konstruktiv aufwändige Ausbildung notwendig ist. Beim Diffusor gem. EP 2 815 130 B1 weisen die Übergänge zwischen den Seiten der Wand in Höhenrichtung eine Verwindung auf, die dem Drall der Strömung der Luft durch den Diffusor folgt. Die Übergänge verlaufen somit in Höhenrichtung der Diffusorwand nicht längs einer Geraden, sondern entsprechend gekrümmt. Die Übergangsbereiche sind so gestaltet, dass sie der Strömungsrichtung der Luft im Diffusor bzw. dem Drall der Strömung hinter dem Laufrad des Ventilators folgen. Dadurch ergeben sich nur minimale Verluste im Bereich dieser Übergänge.

[0004] Selbst vorteilhaft verwendete, freilaufende Radialventilatoren bieten noch Potential für Effizienzsteigerungen. So treten in Folge von realen Wirkungsgraden aller verbauten Komponenten Energieverluste auf. Der Systemwirkungsgrad der Ventilatereinheit η_S bildet sich aus dem Produkt der einzelnen Wirkungsgrade der verbauten Komponenten. Diese sind der Wirkungsgrad der Regelungseinrichtung η_R (z. B. Frequenzumrichter), der Wirkungsgrad des verwendeten Motors η_M und der Wirkungsgrad des Ventilators η_V (Gl. 1.1).

[0005] Weiterhin ist der Systemwirkungsgrad definiert als das Verhältnis zwischen der Luftleistung P_L und der aus dem Stromnetz aufgenommenen elektrischen Leistung P_{el} (Gl. 1.2). Die Luftleistung bildet sich wiederum aus dem Produkt des vom Ventilatorlaufrad geförderten Luftvolumenstroms $\dot{V}$ und der statischen Druckerhöhung zwischen der Saug- und Druckseite des Ventilatorlaufrads Δp_{stat} (Gl. 1.3).

$$\eta_S = \eta_R \cdot \eta_M \cdot \eta_V \quad (1.1)$$

$$\eta_S = \frac{P_L}{P_{el}} \quad (1.2)$$

$$P_L = \dot{V} \cdot \Delta p_{stat} \quad (1.3)$$

Zusammenfassung und Vorteile der Erfindung

[0006] Die Erfindung betrifft einen Ventilator mit einer Nachleiteinrichtung gemäß Anspruch 1, eine Ventilationsvorrichtung mit einem Ventilator mit einer Nachleiteinrichtung gemäß Anspruch 5, ein Steuerungssystem mit einer Ventilationsvorrichtung gemäß Anspruch 10, ein Verfahren zur Effizienzsteigerung und/oder Leistungssteigerung einer Ventilationsvorrichtung gemäß Anspruch 11 und eine Verwendung gemäß Anspruch 14 oder 15.

[0007] Vorteilhafte Ausführungsformen sind in Unteransprüchen angegeben und nachfolgend beschrieben sowie in den Figuren dargestellt.

[0008] Zur Effizienzsteigerung wird vorgeschlagen, einen Ventilator um eine Nachleiteinrichtung zu erweitern, insbesondere einen freilaufenden Radialventilator um eine Nachleiteinrichtung zu erweitern, welche u. a. durch einen Diffusor-Effekt die Effizienz der Ventilatereinheit steigert.

[0009] Außerdem wird ein Verfahren zur Effizienzsteigerung bzw. zum Betrieb einer Ventilationsvorrichtung vorgeschlagen, wobei einem Ventilator in Luftströmungsrichtung nachfolgend, insbesondere radial außen als radiale Erweiterung, eine Nachleiteinrichtung die Luftströmung beeinflusst, insbesondere eine Drallreduktion bewirkend.

[0010] Die Effizienzsteigerung kann auf zwei Wegen bzw. über zwei Effekte erreicht werden. Zum einen kann das Ventilatorlaufrad um eine Nachleiteinrichtung erweitert werden, die als Diffusor, beispielsweise in Form eines Plattendiffusors, ausgebildet ist. Zum Zweiten wird eine Drallreduktion der aus dem Ventilatorlaufrad strömenden Luft durch die Nachleiteinrichtung erreicht.

[0011] Der Plattendiffusor wird bevorzugt durch zwei Kreisringe realisiert, wovon einer vor, und einer hinter dem Ventilatorlaufrad angebracht ist. Durch den Plattendiffusor kann der Effekt einer vergrößerten Austrittsfläche des

Ventilatorlaufrads erzielt werden. Dies führt dazu, dass ein Teil des vom Ventilator erzeugten dynamischen Drucks in statischen Druck umgewandelt wird, wodurch der Wirkungsgrad steigt.

[0012] Allgemein unterscheidet man bei Strömungen zwischen dem dynamischen Druck p_d , dem statischen Druck p_{stat} und der Höhenenergie p_h . Der dynamische Druck ist weiterhin von der Luftdichte ρ und der mittleren Strömungsgeschwindigkeit c des Luftstroms abhängig (Gl. 1.4). Der statische Druck ist der Druck, welcher senkrecht zu einer Strömung gemessen werden kann. Die Höhenenergie setzt sich zusammen aus der Luftdichte ρ , der geodätischen Höhe h sowie der Erdbeschleunigung g . (Gl. 1.5). Durch die Bernoulli Gleichung (Gl. 1.6) können die drei Größen miteinander verbunden werden. Da die geodätische Höhe an dem Laufrad mit null Metern angesetzt werden kann, kann die Höhenenergie vernachlässigt werden, wodurch sich die Gleichung vereinfacht (Gl. 1.7).

$$p_d = \frac{\rho}{2} \cdot c^2 \quad (1.4)$$

$$p_h = \rho \cdot h \cdot g \quad (1.5)$$

$$\frac{\rho}{2} \cdot c^2 + p_{stat} + \rho \cdot h \cdot g = \text{konstant} \quad (1.6)$$

$$\frac{\rho}{2} \cdot c^2 + p_{stat} = \text{konstant} \quad (1.7)$$

[0013] Gelingt es, der hier entwickelten Lösung folgend, den Anteil an dynamischem Druck hinter dem Ventilatorlaufrad zu senken, kann nach Gleichung 1.7 mehr nutzbarer statischer Druck generiert werden. Die statische Druckerhöhung des Ventilators kann gesteigert werden. Aus Gleichung 1.4 ist zu entnehmen, dass die Höhe des dynamischen Drucks im Wesentlichen von der Strömungsgeschwindigkeit abhängt. Es ist konkret vorgeschlagen, den Luftstrom hinter dem Ventilatorlaufrad zu verzögern. Dadurch wird der Anteil an statischem Druck gesteigert (Gl. 1.7). Gemäß der Kontinuitätsgleichung (Gl. 1.8) genügt es theoretisch den Querschnitt **A**, durch welchen die Luft strömt zu vergrößern, um die Strömungsgeschwindigkeit zu senken. Praktisch ist die Gestaltung der Querschnittserweiterung jedoch nicht ohne weiteres möglich, da Wirbel und Drall-Effekte Verluste erzeugen.

[0014] Mittels der in den unabhängigen Ansprüchen vorgeschlagenen Gegenstände gelingt eine nicht zu sprunghafte Vergrößerung.

[0015] In einer hier vorgeschlagenen bevorzugten Ausführungsform wird eine Drallreduktion der ausströmenden Luft aus dem Ventilatorlaufrad dadurch erreicht, dass ein Diffusor durch Leitschaukeln, insbesondere in Form eines beschaukelten Plattendiffusers, ergänzt wurde bzw. dass die Nachleiteinrichtung mit Leitschaukeln ausgeführt wurde.

Zeichnungen

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1a eine Nachleiteinrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 1b eine Nachleiteinrichtung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 1c eine Ventilationsvorrichtung mit radial um ein Ventilatorlaufrad montierter Nachleiteinrichtung,

Fig. 2 ein Leitelement der Nachleiteinrichtung aus Figur 1a in separater perspektivischer Darstellung,

Fig. 3 die Nachleiteinrichtung aus Figur 1a in einer schematisierten axialen Seitenansicht mit Blick auf die kurze Seite der Leitelemente nach Fig. 2,

Fig. 4 eine Darstellung zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiels eines vorteilhaften Verfahrens mit drei Positionen der verstellbar in der Nachleiteinrichtung nach Figur 1a angeordneten Leitelemente gemäß Figur 2,

Fig. 5 eine weitere Darstellung zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiels eines vorteilhaften Verfahrens mit drei Positionen der verstellbar in der Nachleiteinrichtung nach Figur 1a angeordneten Leitelemente gemäß Figur 2,

Fig. 6 eine alternative Ausführungsform eines Leitelementes, wobei dieses eine veränderbare Länge aufweist und in zwei verschiedenen Längen dargestellt ist,

Fig. 7 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines nach Figur 1a angeordneten Leitelementes beispielsweise gemäß Figur 2 und das Leitelement in drei verschiedenen Winkelpositionen,

Fig. 8 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel eines in der Länge veränderbaren Leitelementes, wobei das Leitelement in zwei verschiedenen Längen gezeigt ist und neben dem Eintrittswinkel der sich dadurch verändernde Austrittswinkel jeweils angegeben ist,

Fig. 9 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines Leitelementes in drei verschiedenen Winkelpositionen und zwei verschiedenen Längen, wobei das Leitelement um einen Drehpunkt drehbar und gleichzeitig in der Länge veränderbar ist (also eine Form einer Kombination von Fig. 7 und 8),

Fig. 10 eine Draufsicht auf Fig. 1b von vorne, jedoch ohne den vorderen Kreisring zur besseren Sicht auf die drehbaren und in ihrem radialen Abstand zur Ventilatorachse veränderbaren Leitelemente,

Fig. 11 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines nach Figur 1a angeordneten Leitelementes beispielsweise gemäß Figur 2 und das Leitelement in drei verschiedenen Winkelpositionen, wobei der Drehpunkt im Unterschied zu Fig. 7 nicht mittig oder in etwa mittig in dem Leitelement liegt, sondern am radial inneren Ende des Leitelementes, und

Fig. 12 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines Leitelementes in drei verschiedenen Winkelpositionen und zwei verschiedenen Längen, wobei das Leitelement um einen Drehpunkt drehbar und gleichzeitig in der Länge veränderbar ist (also eine Form einer Kombination von Fig. 7 und 8), wobei der Drehpunkt im Unterschied zu Fig. 9 nicht mittig oder in etwa mittig in dem Leitelement liegt, sondern am radial inneren Ende des Leitelementes.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0017] Die Figuren 1 bis 4 zeigen Details und auch eine mögliche Einbausituation einer Nachleiteinrichtung 1 zur Erweiterung eines Ventilators 2 mit einem Ventilatorgehäuse, im dargestellten Ausführungsbeispiel eines Radialventilators.

[0018] Die Nachleiteinrichtung 1 weist mehrere Leitelemente 4 zur Beeinflussung der den Ventilator 2 verlassenden Luftströmung auf.

[0019] Als Leitelement 4 wird bevorzugt ein aerodynamisches Profil eingesetzt. Der grundlegende Aufbau der Ventilationsvorrichtung 6 mit Nachleiteinrichtung 1 kann den Figuren 1 und 2 entnommen werden. Der hier als eine vorteilhafte Nachleiteinrichtung bzw. als Teil einer vorteilhaften Nachleiteinrichtung 1 gezeigte Plattendiffusor wird bevorzugt durch zwei Kreisringe 40 realisiert, wovon einer vor und einer hinter dem Ventilatorlaufrad 20 angebracht ist. Durch den Plattendiffusor kann der oben bereits beschriebene Effekt einer vergrößerten Austrittsfläche des Ventilatorlaufrads erzielt werden. Die Erfindung ist aber nicht auf die Nutzung eines Diffusors oder eines Plattendiffusors beschränkt.

[0020] Die Effizienzänderungen der Nachleiteinrichtung 1 auf den Strömungsprozess der Ventilatoreinheit wurden in Form der Luftleistung und der elektrischen Leistungsaufnahme der Ventilatoreinheit messtechnisch ermittelt. Der sich aus diesen Werten bildende Systemwirkungsgrad dient als primäre Größe zur Bewertung der vorgeschlagenen Varianten der Nachleiteinrichtung 1.

[0021] Die Anzahl der Leitschaufeln 4 hängt dabei vom Betriebspunkt des Ventilators 2 im Kennfeld ab. Je niedriger der Volumenstrom, desto höher muss die Anzahl der Schaufeln 4 sein. Im angestrebten Volumenstrombereich hat sich eine Anzahl von 8 bis 16 Schaufeln als optimal erwiesen.

[0022] Neben der Auswirkung der Schaufelgeometrie wurde zur Konstruktion des gedrehten 3D-Diffusors untersucht, welche Auswirkung es auf den Systemwirkungsgrad der Ventilatoreinheit hat, wenn die aus dem Ventilatorlaufrad 20 strömende Luft, mithilfe der Leitelemente 4 der Nachleiteinrichtung 1, in die Strömungsrichtung der Anlage umgelenkt wird.

[0023] Das Leitelement 4 wurde dazu bevorzugt in sich um 15° um einen Drehpunkt (siehe auch Fig. 7) verdreht. Dadurch hat sich die dem Ventilatorlaufrad 20 zugewandte Spitze der Leitschaufel 4, also die radial innere Spitze der Leitschaufel 4 (siehe Fig. 3) von dem Ventilatorlaufrad 20 weiter entfernt. Weiterhin wurde die zu der Schottwand ausgerichtete Seite der Leitschaufel bzw. des Leitelementes 4, d. h. die bezüglich des Drehpunktes des Leitelementes 4 radial äußere Hälfte des Leitelementes 4, um 38 mm verlängert (siehe auch Fig. 8). Dies entspricht im vorliegenden

Beispiel dem maximal möglichen Wert, um welche die Leitschaufel 4 in ihrer Länge 42 verändert werden kann. Die zum Motor bzw. zum Ventilatorlaufrad gerichtete Seite, d. h. die bezüglich des Drehpunktes des Leitelementes 4 radial innere Hälfte des Leitelementes 4, wurde dagegen um 20 mm verkürzt (Fig. 3). Diese geometrischen Änderungen führten dazu, dass die der Schottwand zugewandte (radial äußere) Deckscheibe der Nachleiteinrichtung 1 einen um ca. 42,5 mm größeren Außendurchmesser hat als die zum Motor zugewandte (radial innere) Seite. Der aus dem Ventilatorlaufrad 20 strömenden Luft wird auf diese Weise mehr Raum gegeben, um aus der Nachleiteinrichtung 1 auszuströmen.

[0024] Alle Abmessungen sind relativ zum Laufraddurchmesser zu verstehen und beziehen sich auf einen Laufradaußendurchmesser von 455 mm.

[0025] Die Schaufelrückseite ist bevorzugt um 15° gedreht, vgl. Fig. 3.

[0026] Es wurde in zahlreichen Experimenten festgestellt, dass bei einer konstanten Drehzahl der Luftstrom mit einem zunehmenden Volumenstrom vermehrt radial aus dem Ventilatorlaufrad austritt. Bei abnehmendem Volumenstrom tritt die Strömung hingegen zunehmend tangential aus. Der genaue Austrittswinkel hängt zusätzlich noch von der Drehzahl des Ventilatorlaufrads und dessen Schaufelgeometrie ab.

[0027] Strömt die Luft "gegen" die Leitelemente 4, so führt dies dazu, dass der Strömungswiderstand und damit die Strömungsverluste zunehmen. Der Luftstrom wird abgebremst und verliert einen Teil der vom Ventilator 2 auf ihn übertragenen Energie, ohne dabei in statischen Druck umgewandelt zu werden, was sich in einer abnehmenden Effizienz abbildet. Strömt die Luft hingegen an der Leitschaufel entlang, so kann diese in ihrer Funktion als Nachleiteinrichtung 1 wirken und die Effizienz steigern, vgl. Fig. 4.

[0028] Die Leitelemente 4 sind bevorzugt in ihrer gesamten Form wie Länge und Krümmung veränderbar, beispielsweise verstärkt oder schwächer ausgeprägt bombierbar. Alternativ oder zusätzlich sind sie gezielt in Bezug auf ihren Krümmungswinkel 44 und/oder ihren Flankenwinkel 45 und/oder ihren Spitzabschlusswinkel 48 und/oder ihren Stumpfeintrittswinkel 49 veränderbar. Die Länge 42 der Leitelemente 4 und die genannten Winkel 44, 45, 48, 49 sind in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt und dort zeichnerisch definiert. Daneben sind die Leitelemente 4, wie erläutert, hinsichtlich ihres Anstellwinkels 46 veränderbar, indem sie um die jeweiligen Drehpunkte gedreht werden. Fig. 2 und Fig. 3 zeigt schließlich auch, dass sich die Dicke 47 der Leitelemente 4 von ihrem radial inneren Ende hin zu ihrem radial äußeren Ende vorzugsweise kontinuierlich verringert.

[0029] In Abhängigkeit des Betriebspunktes wird ferner vorgeschlagen, ein dreidimensionales computerimplementiertes Berechnungsmodell zu hinterlegen, welches unter anderem den optimalen Anstellwinkel 46 der Leitelemente 4 vorgibt.

[0030] Hierzu werden folgende Parameter vorzugsweise laufend während des Betriebs des Ventilators 2 gemessen:

1. Volumenstrom
2. Drehzahl

[0031] Auf Basis dieser Werte wird über zumindest einen Aktor der optimale Anstellwinkel 46 der Leitelemente 4 eingestellt.

[0032] Als Erweiterung der Optimierung wird vorgeschlagen, dass ein lernendes System den optimalen Betriebspunkt selbständig ermittelt.

[0033] Hierzu werden beispielsweise folgende Parameter laufend während des Betriebs des Ventilators 2 gemessen:

1. Volumenstrom in m³/s
2. Statische Druckerhöhung in Pa
3. Elektrische Leistungsaufnahme in Watt
4. Drehzahl in 1/min

[0034] Auf Basis dieser Werte werden bevorzugt folgende Kenngrößen ermittelt:

Luftleistung (Produkt aus Volumenstrom und Druckerhöhung) in Watt
Systemwirkungsgrad (Quotient aus Luftleistung durch elektrische Leistungsaufnahme)

[0035] Durch ein hinterlegtes Kennfeld (basierend auf dem Volumenstrom und der Drehzahl) wird der Anstellwinkel des Diffusors bzw. des Leitelementes 4 mittels eines Aktors voreingestellt. Der Aktor variiert computerimplementiert den Anstellwinkel 46 in einem Bereich von einem minimalen bis zu einem maximal möglichen Anstellwinkel, um das Optimum des Wirkungsgrades zu suchen.

[0036] Dazu wird zuerst in einer Richtung der Anstellwinkel 46 verändert (z. B. verringert) und durch die laufende Messung die Änderung des Systemwirkungsgrades bewertet. Erhöht sich der Wirkungsgrad, wird die Veränderung so lange fortgeführt, bis eine Verschlechterung des Wirkungsgrades auftritt. Der Anstellwinkel 46 mit dem höchsten Wirkungsgrad wird daraufhin angefahren und fest eingestellt. Die Messungen sowie der dazugehörige Anstellwinkel

werden in einer Datenbank gespeichert.

[0037] Verringert sich der Systemwirkungsgrad sofort, wird in der anderen Richtung (z. B. Erhöhung des Anstellwinkels) analog der Wert gesucht, der den höchsten Wirkungsgrad repräsentiert.

[0038] Zur Verbesserung der Konvergenz wird hierzu ein numerisches Optimierungsverfahren, wie beispielsweise das Liniensuchverfahren, verwendet. Durch Variation der Schrittweite und Suchrichtung kann so die Dynamik des Systems durch schnellere Anpassungszyklen gesteigert werden.

[0039] Die gefundenen Optima werden in einer Datenbank gespeichert, auf deren Basis ein Berechnungsmodell aufgebaut und ständig angepasst wird, so dass bei veränderten Betriebsbedingungen schnell das jeweilige Optimum angesteuert werden kann.

[0040] Über eine interne Logik kann variabel ein Zyklus eingestellt werden, in welchen Perioden eine eventuell sinnvolle automatische Überprüfung der Optima sinnvoll erscheint.

[0041] Die Fig. 5 zeigt ein einzelnes Leitelement 4 in der Nachleiteeinrichtung 1 gemäß einer der Figuren 1 bis 4 im Schnitt, das um seine Achse 5 bzw. seinen Drehpunkt dort drehbar ist, sodass sich der Anstellwinkel 46 verändert. In Figur 5 sind drei entsprechende Positionen mit ihrem jeweiligen Eintrittswinkel 51, 51', 51'' und ihrem jeweiligen Austrittswinkel 50, 50', 50'' gezeigt. Die Drehachse 5 ist mittig im Leitelement 5 angeordnet.

[0042] Die Fig. 6 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Leitelementes 4, wobei dieses eine veränderbare Länge aufweist und in zwei verschiedenen Längen dargestellt ist. Durch Veränderung der Länge 42 auf die Länge 42' verändert sich auch der Krümmungswinkel 44 auf den Krümmungswinkel 44'. Das Leitelement 4 gemäß Fig. 6 ist vorzugsweise zweiteilig ausgebildet, wobei ein Teil eine Aufnahme aufweist, in die das zweite Teil eingeschoben werden kann. Je nachdem, wie weit die beiden Teile ineinandergeschoben sind, verändert sich dann auch die Länge des Leitelementes 4 insgesamt. Das Leitelement 4 gemäß Fig. 6 kann beispielsweise in einer der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 4 verwendet werden.

[0043] Die Fig. 7 erläutert noch einmal den Eintrittswinkel und den Austrittswinkel eines Leitelementes bezüglich eines Drehpunktes bzw. einer Achse 5. Der Eintrittswinkel ist anfänglich 28° im gezeigten Beispiel und wird dann zu 18° bzw. zu 38° verändert. Entsprechend verändert sich dann auch der Austrittswinkel von anfänglich 68° zu 58° bzw. zu 78°. Der Drehpunkt ist in Fig. 7 mittig oder in etwa mittig des Leitelementes angeordnet.

[0044] Die Fig. 8 erläutert die Veränderung des Eintrittswinkels und des Austrittswinkels eines Leitelementes 4, das in seiner Länge veränderbar ist. Im erläuterten Beispiel ist die anfängliche Länge des Leitelementes 13,7 cm bei einem Eintrittswinkel von 29° und einem Austrittswinkel von 90°. Durch Verlängerung des Leitelementes um 23 mm auf 16,0 cm verändert sich der Austrittswinkel auf 96°, während der Eintrittswinkel unverändert bleibt. Das Leitelement 4 gemäß Fig. 8 kann beispielsweise gemäß Fig. 6 zweiteilig aufgebaut sein und in einer der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 4 verwendet werden.

[0045] Die Fig. 9 erläutert eine Ausführungsform eines Leitelementes 4, das drehbar und längenveränderbar ist. Das Leitelement 4 ist bezüglich eines Drehpunktes bzw. der Achse 5 in drei verschiedenen Winkelpositionen (Ausgangswinkel, Ausgangswinkel plus 10°, Ausgangswinkel minus 10°) und zwei verschiedenen Längen (13,7 cm und 16,0 cm) gezeigt. Das Leitelement 4 gemäß Fig. 9 kann beispielsweise gemäß Fig. 6 zweiteilig aufgebaut sein und gemäß Fig. 5 drehbar sein und in einer der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 4 verwendet werden. Der Drehpunkt ist in Fig. 9 mittig oder in etwa mittig des Leitelementes angeordnet.

[0046] Die Figur 10 zeigt eine Draufsicht auf Fig. 1b von vorne, jedoch ohne den vorderen Kreisring 40 zur besseren Sicht auf die drehbaren und in ihrem radialen Abstand zur Ventilatorachse veränderbaren Leitelemente 4. In Figur 10 ist auch, wie schon in Fig. 1b oder Fig. 4, ersichtlich, dass die Leitelemente nicht nur gedreht werden können, um so deren Anstellwinkel zu verändern, sondern dass die Leitelemente auch hinsichtlich ihres Abstandes von der Drehachse des Ventilators oder des Ventilatorlaufrades 20 radial nach innen oder außen verschoben werden können. Dazu weist der Kreisring 40 vorne und hinten (siehe Fig. 1b) beispielsweise entsprechende Schlitze auf. Die Leitelemente können entlang dieser Schlitze, die vorzugsweise radial ausgerichtet sind, in verschiedenen Positionen fixiert sein. Die Fig. 10 zeigt die Leitelemente maximal radial innen angeordnet. Der in Fig. 10 gezeigte "Abstand" ist der Abstand zwischen der Drehachse 5 des jeweiligen Leitelementes 4 und der radial äußeren Umfangslinie des Kreisrings 40. Vorzugsweise sind alle Leitelemente 4 mit gleichem Anstellwinkel und gleichem Abstand angeordnet.

[0047] Die Fig. 11 eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines nach Figur 1a angeordneten Leitelementes beispielsweise gemäß Figur 2 und das Leitelement in drei verschiedenen Winkelpositionen, wobei der Drehpunkt 5 im Unterschied zu Fig. 7 nicht mittig oder in etwa mittig in dem Leitelement liegt, sondern sich am radial inneren Ende oder in der Nähe des radial inneren Endes des Leitelementes 4 befindet. Alternativ zu Fig. 11 kann sich der Drehpunkt 5 natürlich auch am radial äußeren Ende oder in der Nähe des radial äußeren Endes des Leitelementes 4 befinden oder in einer Position dazwischen. Der Eintrittswinkel in Fig. 11 ist anfänglich 28° im gezeigten Beispiel und wird dann zu 18° bzw. zu 38° verändert. Entsprechend verändert sich dann auch der Austrittswinkel von anfänglich 68° zu 58° bzw. zu 78°.

[0048] Die Fig. 12 zeigt eine Darstellung von Ein- und Austrittswinkel bezüglich eines Drehpunktes eines Leitelementes in drei verschiedenen Winkelpositionen und zwei verschiedenen Längen, wobei das Leitelement 4 um einen Drehpunkt 5

drehbar und gleichzeitig in der Länge veränderbar ist (also erneut eine Form einer Kombination von Fig. 7 und 8), wobei der Drehpunkt im Unterschied zu Fig. 9 nicht mittig oder in etwa mittig in dem Leitelement liegt, sondern sich am radial inneren Ende oder in der Nähe des radial inneren Endes des Leitelementes 4 befindet. Alternativ zu Fig. 12 kann sich der Drehpunkt 5 natürlich auch am radial äußeren Ende oder in der Nähe des radial äußeren Endes des Leitelementes 4 befinden oder in einer Position dazwischen. Das Leitelement 4 ist in Fig. 12 in drei verschiedenen Winkelpositionen (Ausgangswinkel, Ausgangswinkel plus 10°, Ausgangswinkel minus 10°) und zwei verschiedenen Längen (13,7 cm und 16,0 cm) gezeigt. Das Leitelement 4 gemäß Fig. 12 kann beispielsweise gemäß Fig. 6 zweiteilig aufgebaut sein und gemäß Fig. 5 drehbar sein und in einer der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 4 verwendet werden.

[0049] Die in den Figuren verwendeten gleichen Bezugszeichen sind über die unterschiedlichen Ausführungsbeispiele hinweg oft für die Kennzeichnung ähnlicher Merkmale wiederverwendet, worin keine Widersprüchlichkeit begründet sein soll. Es dient der besseren Vergleichbarkeit.

Bezugszeichenliste

[0050]

- 1 Nachleiteinrichtung
- 2 Ventilator
- 4 Leitelement, Leitschaukel
- 5 Achse
- 6 Ventilationsvorrichtung
- 20 Ventilatorlaufrad
- 40 Kreisring
- 42 Länge
- 44 Krümmungswinkel
- 44' Krümmungswinkel
- 45 Flankenwinkel
- 46 Anstellwinkel
- 47 Dicke
- 48 Spitzabschlusswinkel
- 49 Stumpfeintrittswinkel
- 50 Eintrittswinkel
- 50' Eintrittswinkel
- 50'' Eintrittswinkel
- 51 Austrittswinkel
- 51' Austrittswinkel
- 51'' Austrittswinkel

Patentansprüche

1. Ventilator (2) mit einer Nachleiteinrichtung (1) zur Erweiterung des Ventilators (2) und mit einem Ventilatorgehäuse, wobei die Nachleiteinrichtung (1) mehrere verstellbare oder veränderbare Leitelemente (4) zur Beeinflussung der den Ventilator (2) verlassenden Luftströmung, insbesondere zur Druckrückgewinnung und/oder Drallreduktion, aufweist.
2. Ventilator (2) nach Anspruch 1, wobei die Leitelemente (4) der Nachleiteinrichtung (1) um eine insbesondere im Ventilatorgehäuse oder in einer Leitelementaufnahme befestigte oder angeformte Achse (5) in einem Anstellwinkel (46) schwenkbar sind und/oder wobei die Leitelemente (4) nicht einheitlich alle gleich, sondern einzeln in unterschiedlichem Ausmaß verstellbar oder veränderbar sind.
3. Ventilator (2) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Leitelemente (4) der Nachleiteinrichtung (1) in ihrer Länge (42) und/oder axialen Tiefe veränderbar sind, insbesondere teleskopartig.
4. Ventilator (2) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Leitelemente (4) der Nachleiteinrichtung (1) ihre gesamte Form verändernd verstärkt oder schwächer ausgeprägt bombierbar sind und/oder gezielt in

Bezug auf die Bezugswinkel Krümmungswinkel (44) und/oder Flankenwinkel (45) und/oder Spitzabschlusswinkel (48) und/oder Stumpftrittswinkel (49) veränderbar sind.

5. Ventilationsvorrichtung (6), insbesondere zum Einbau in einen Strömungskanal, besonders bevorzugt zum Einbau in einen Strömungskanal einer raumluftechnischen Anlage, umfassend eine Strömungsmaschine mit zumindest einem Ventilator (2) mit einer Nachleiteinrichtung (1) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche.
6. Ventilationsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Leitelemente (4) radial außerhalb eines Ventilatorlaufrades des Ventilators (2) und/oder zumindest im radial äußeren Bereich des Ventilators (2) im Ventilatorgehäuse oder in einer Leitelementaufnahme angeordnet sind.
7. Ventilationsvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei die Anzahl der Leitelemente (4) im Bereich des Ein- bis Dreifachen einer Flügelanzahl des Ventilators (2) liegt.
8. Ventilationsvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Nachleiteinrichtung (1) als Diffusor, insbesondere als Plattendiffusor, ausgebildet ist oder verwendet wird.
9. Ventilationsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Plattendiffusor zwei Kreisinge umfasst, die vor und hinter dem Ventilatorlaufrad des Ventilators (2) vorgesehen sind.
10. Steuerungssystem mit einer Ventilationsvorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 5 bis 9 und mit einem Datenverarbeitungssystem, wobei das Datenverarbeitungssystem mit der Ventilationsvorrichtung (6) verbunden oder darin integriert und wobei das Datenverarbeitungssystem dazu konfiguriert ist, mittels eines darauf installierten Computerprogramms eine Verstellung und/oder Veränderung von einem oder mehreren Leitelementen (4) in gleichem oder individuellem Ausmaß vorzunehmen, insbesondere mittels künstlicher Intelligenz, wobei die künstliche Intelligenz, soweit eingesetzt, dazu konfiguriert ist, Erfahrungen bekannter Betriebszustände und aktueller Luftparameter abzugleichen und daraus Steuersignale für die Leitelemente (4) zu errechnen.
11. Verfahren zur Effizienzsteigerung und/oder Leistungssteigerung einer Ventilationsvorrichtung, insbesondere einer Ventilationsvorrichtung einer raumluftechnischen Anlage, wobei einem Ventilator (2) in Luftströmungsrichtung nachfolgend, insbesondere radial außen als radiale Erweiterung, eine Nachleiteinrichtung (1) zugeordnet ist, die die Luftströmung beeinflusst, insbesondere eine Drallreduktion und/oder eine Druckrückgewinnung bewirkt.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Ventilator (2) mit der zugeordneten Nachleiteinrichtung (1) ein Ventilator (2) mit einer Nachleiteinrichtung (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 ist und/oder wobei die Ventilationsvorrichtung eine Ventilationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 5 bis 9 ist.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Verfahren computerimplementiert ist und wobei (i) mittels eines Computerprogrammes die Luftströmung in der Nachleiteinrichtung (1) beeinflusst wird, wobei ein dreidimensionales Berechnungsmodell verwendet wird, welches den optimalen Anstellwinkel, und/oder die optimale Krümmung und/oder die optimale Streckung von Leitelementen (4) errechnet; und/oder wobei (ii) ein lernendes System selbstständig und selbstadaptierend einen optimalen Betriebspunkt ermittelt.
14. Verwendung einer radial um einen Ventilator (2) angeordneten Nachleiteinrichtung (1) als Diffusor, insbesondere wobei die Nachleiteinrichtung (1) parameterabhängig verstellbar ist, um als aerodynamischer Diffusor zu wirken.
15. Verwendung eines Ventilators (2) mit Nachleiteinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4 oder einer Ventilationsvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 9 zusammen mit insbesondere im Ventilatorgehäuse befestigten Sensoren zur Speisung einer Datenbank und zur Nutzung in einem selbstlernenden System.

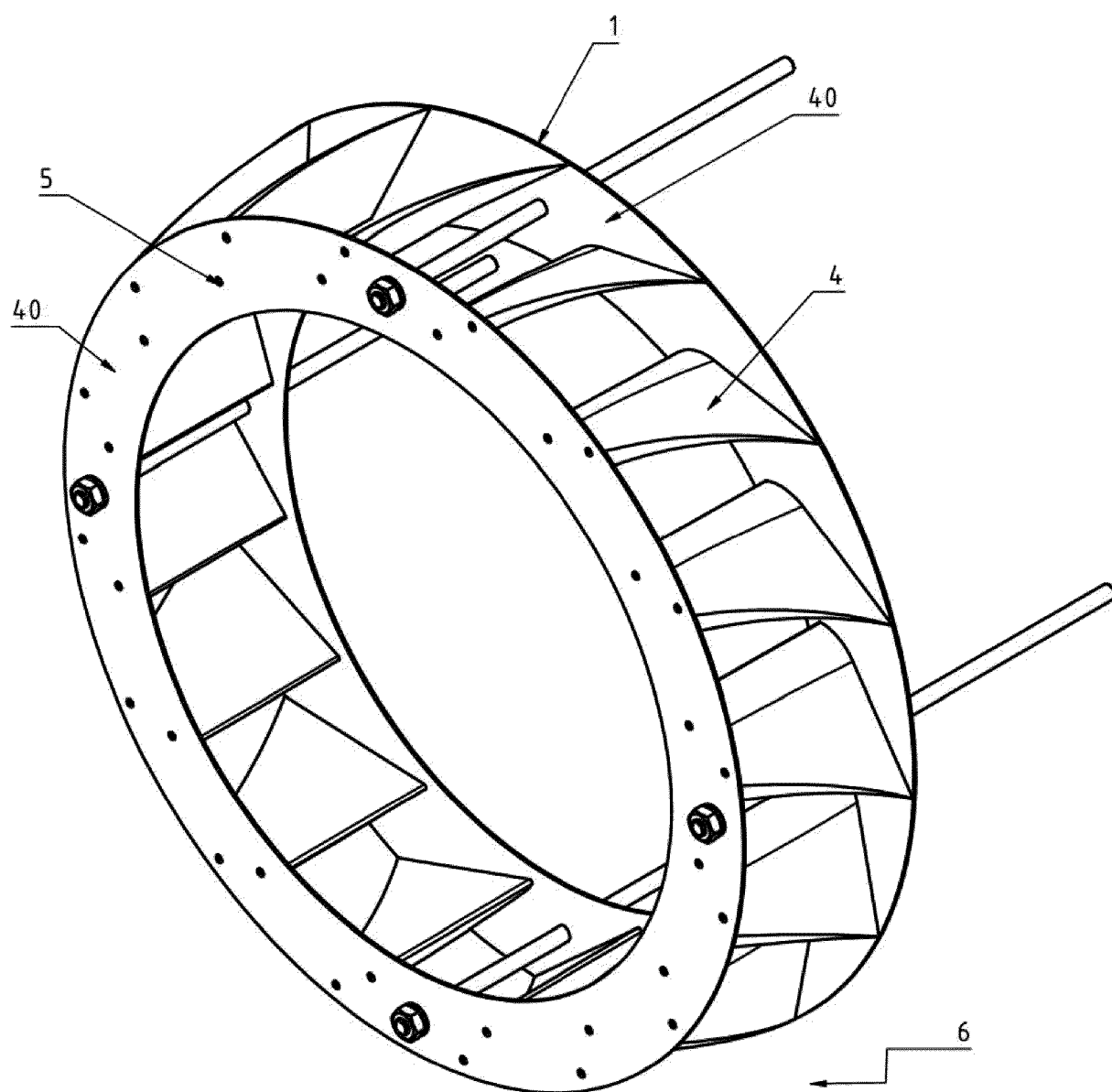


Fig. 1a

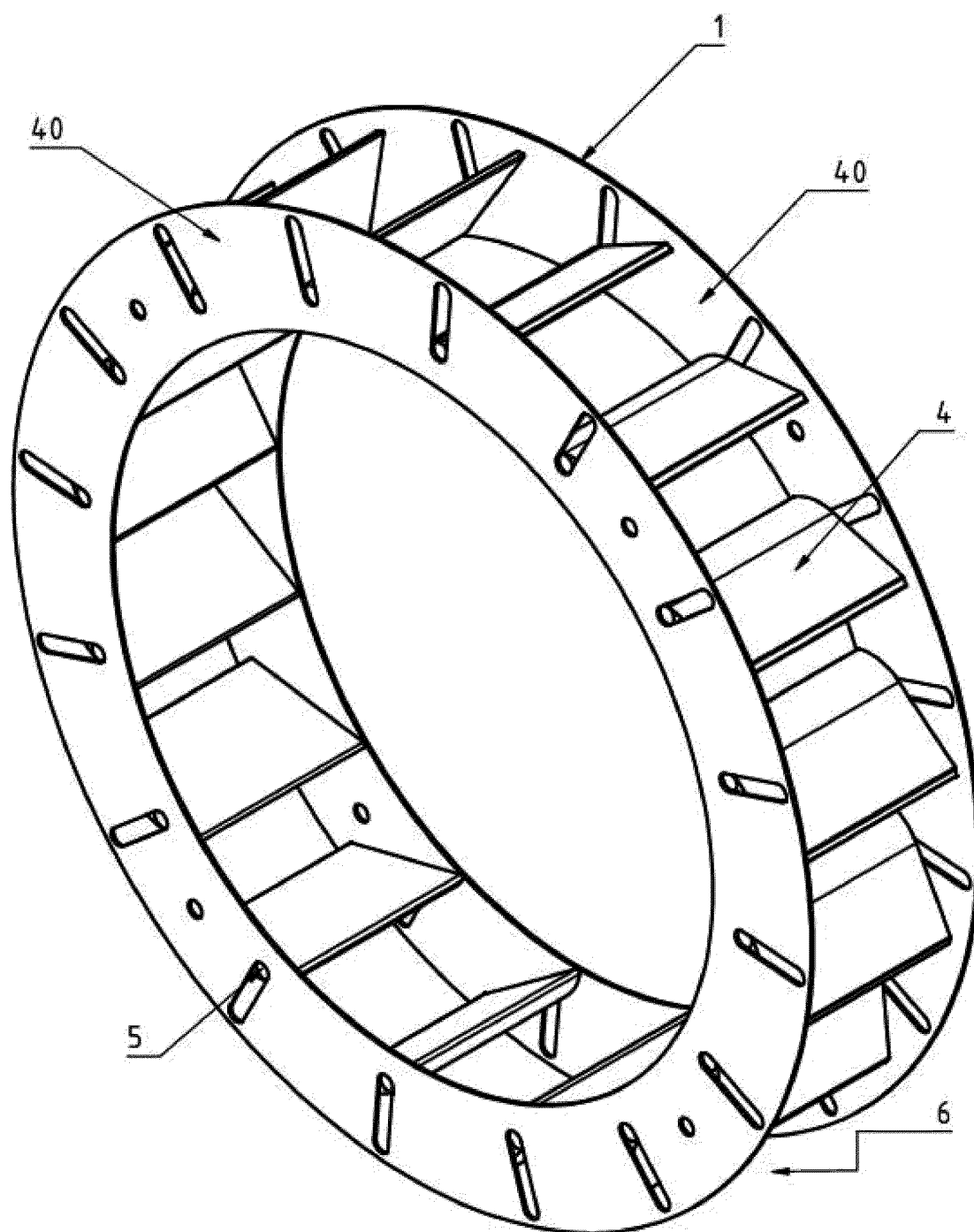


Fig. 1b

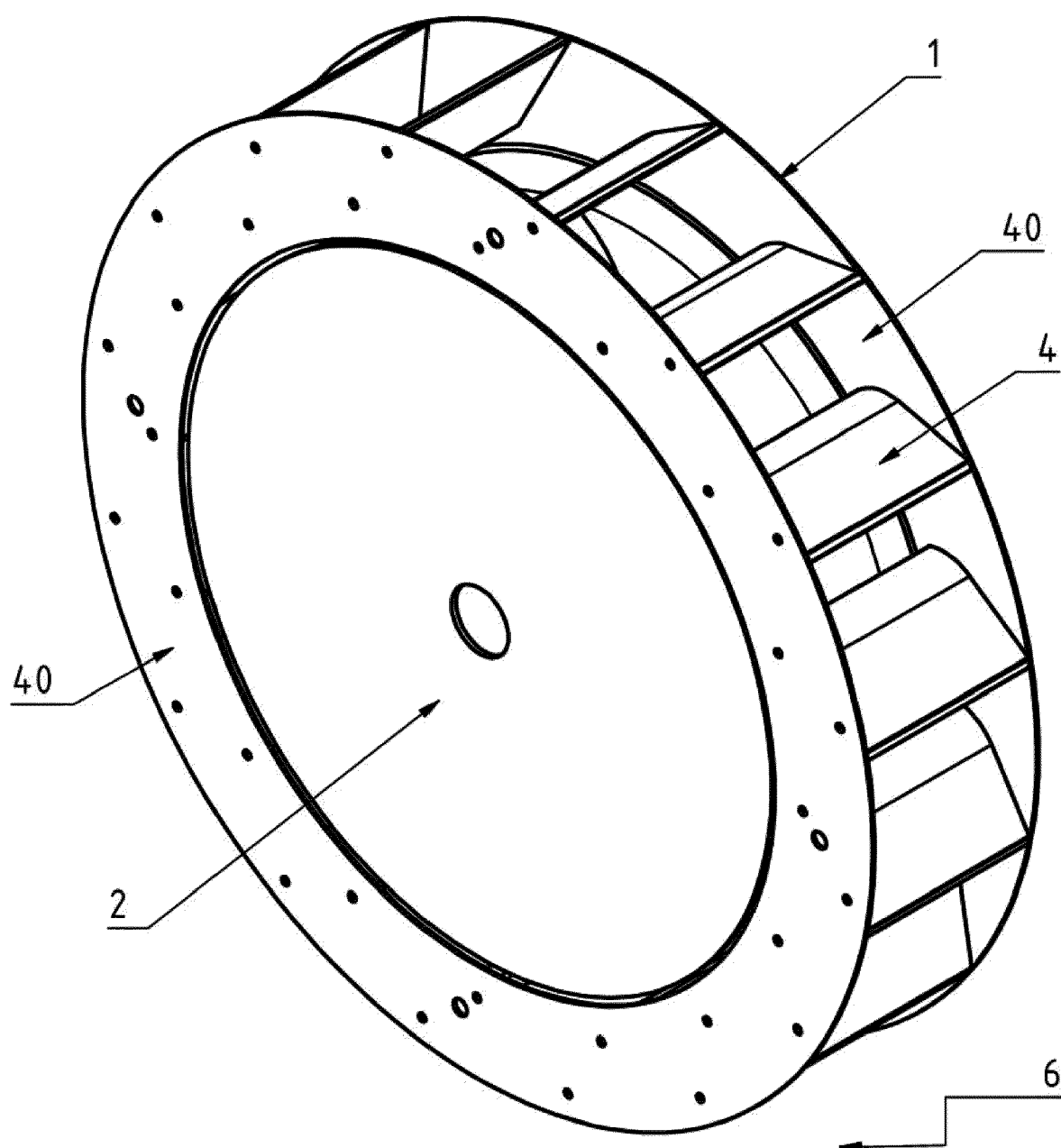


Fig. 1c

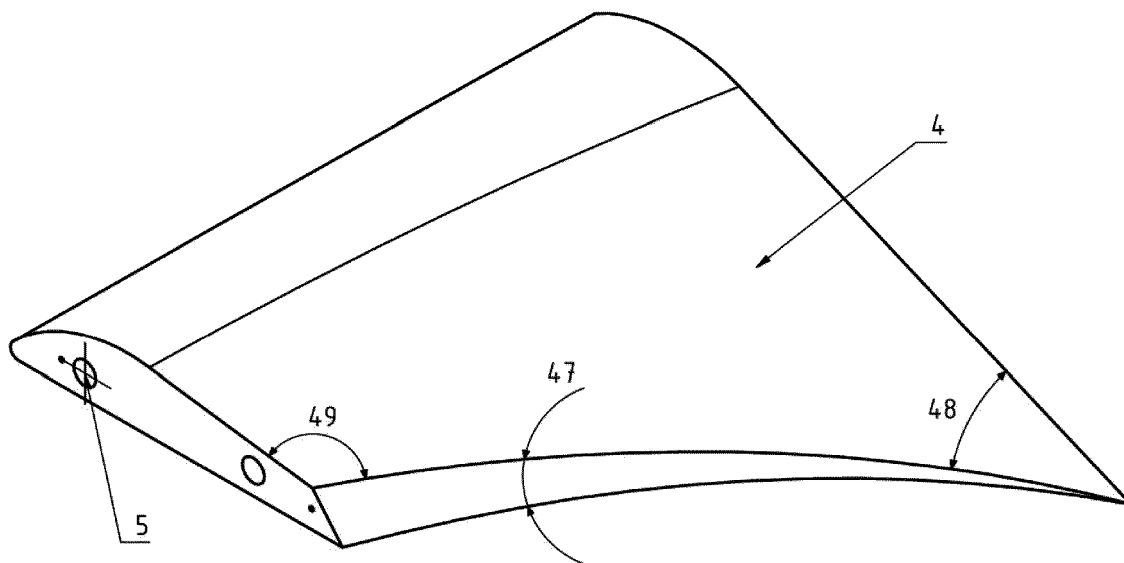


Fig. 2

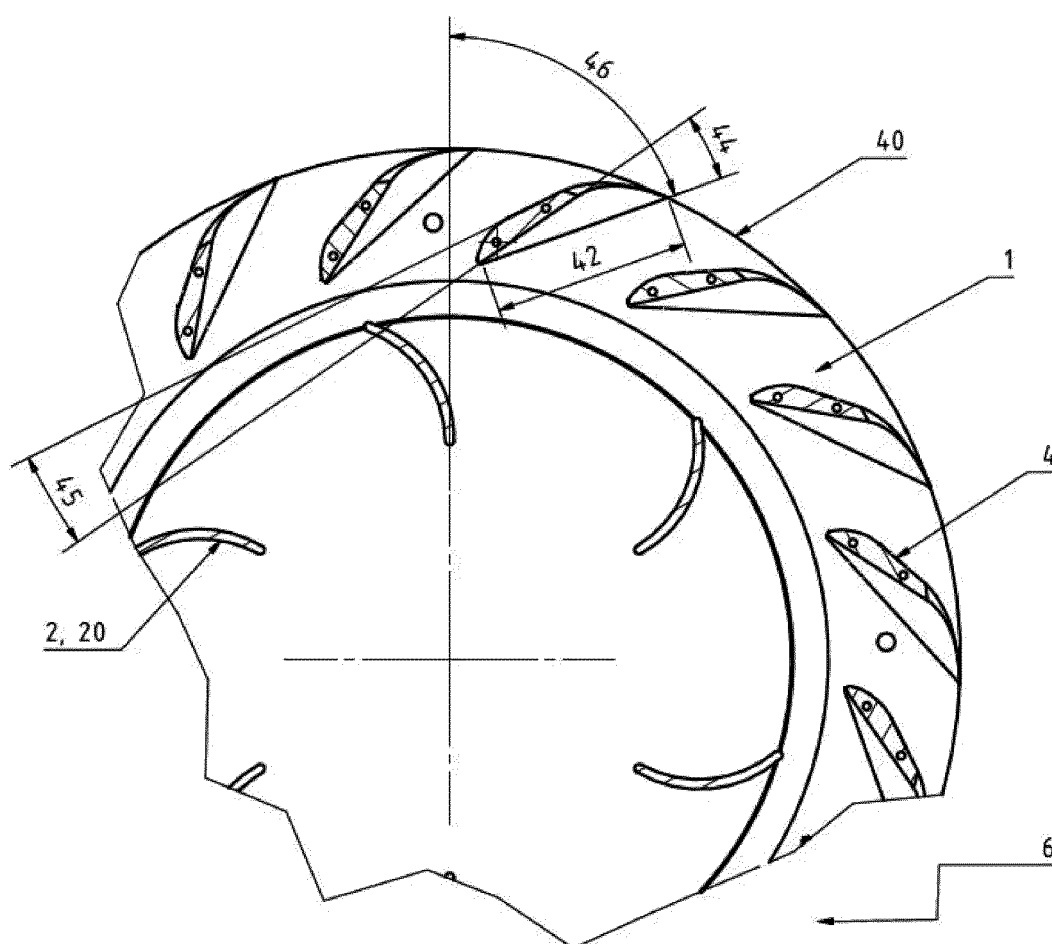
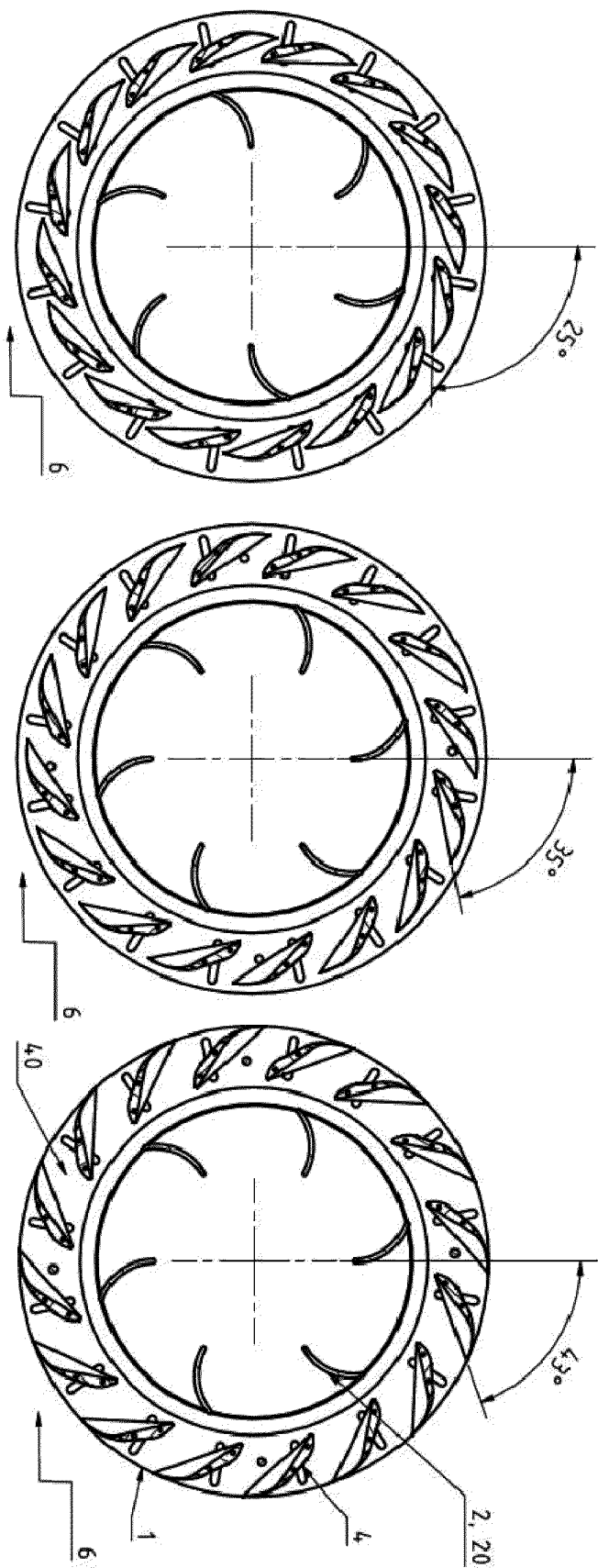


Fig. 3

Fig. 4



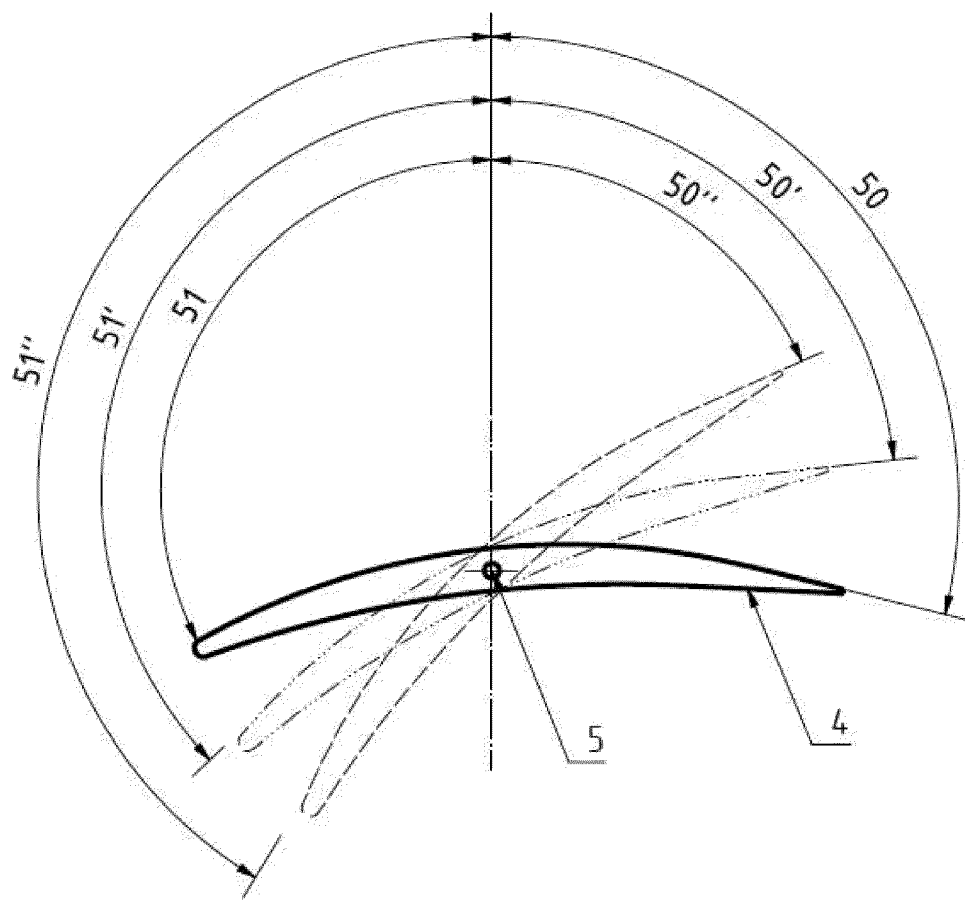


Fig. 5

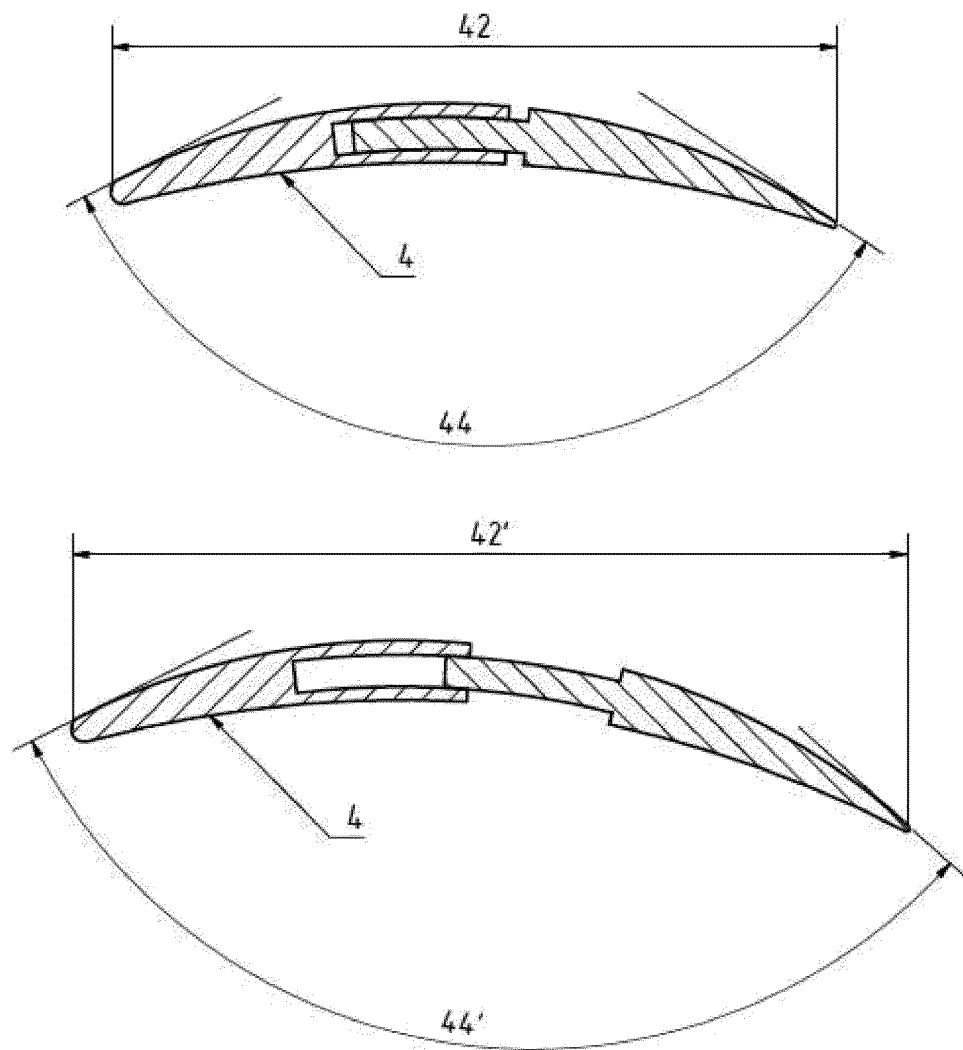


Fig. 6

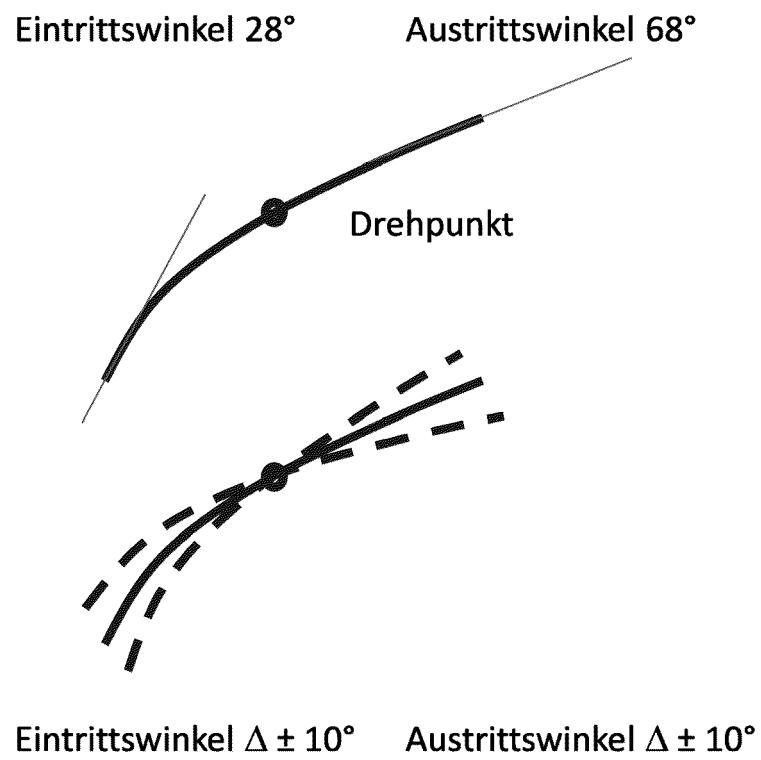


Fig. 7

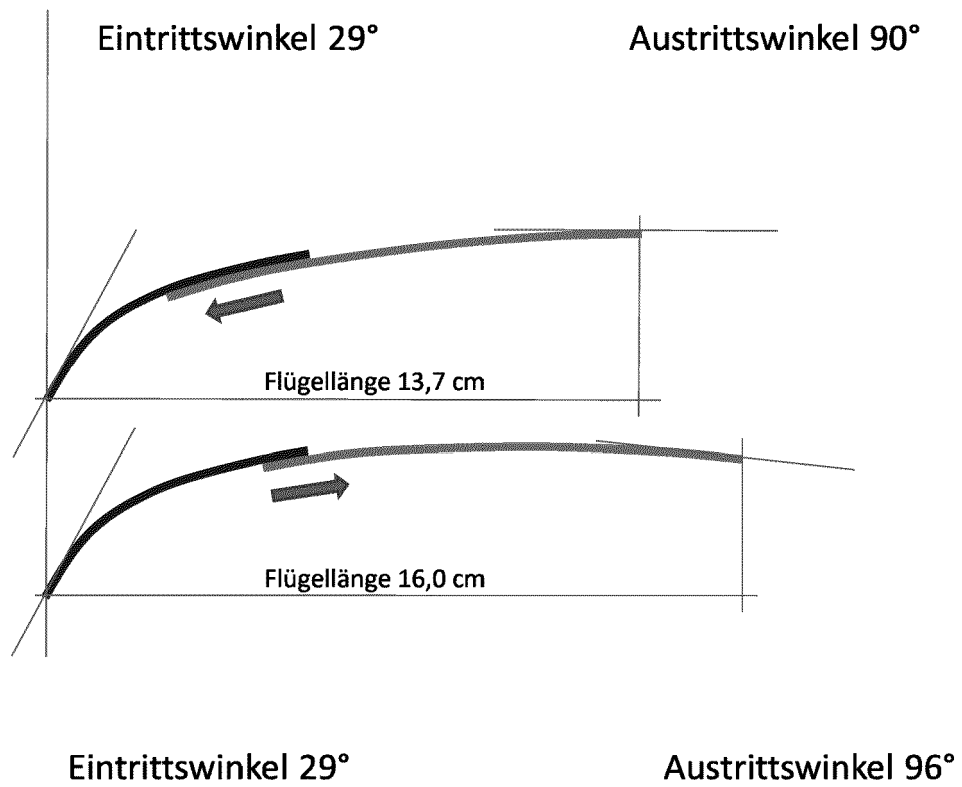
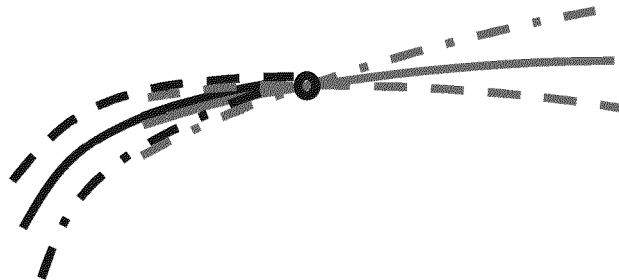


Fig. 8

Eintrittswinkel $\Delta \pm 10^\circ$ Austrittswinkel $\Delta \pm 10^\circ$ Länge 13,7 cm



Eintrittswinkel $\Delta \pm 10^\circ$ Austrittswinkel $\Delta \pm 10^\circ$ Länge 16,0 cm

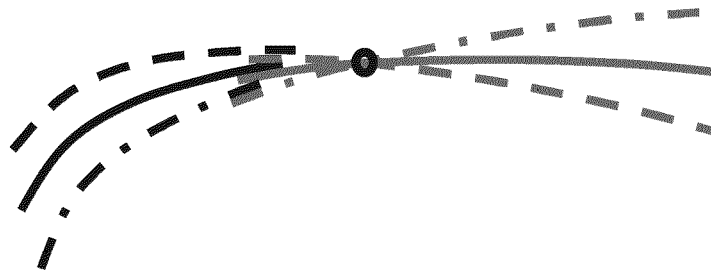


Fig. 9

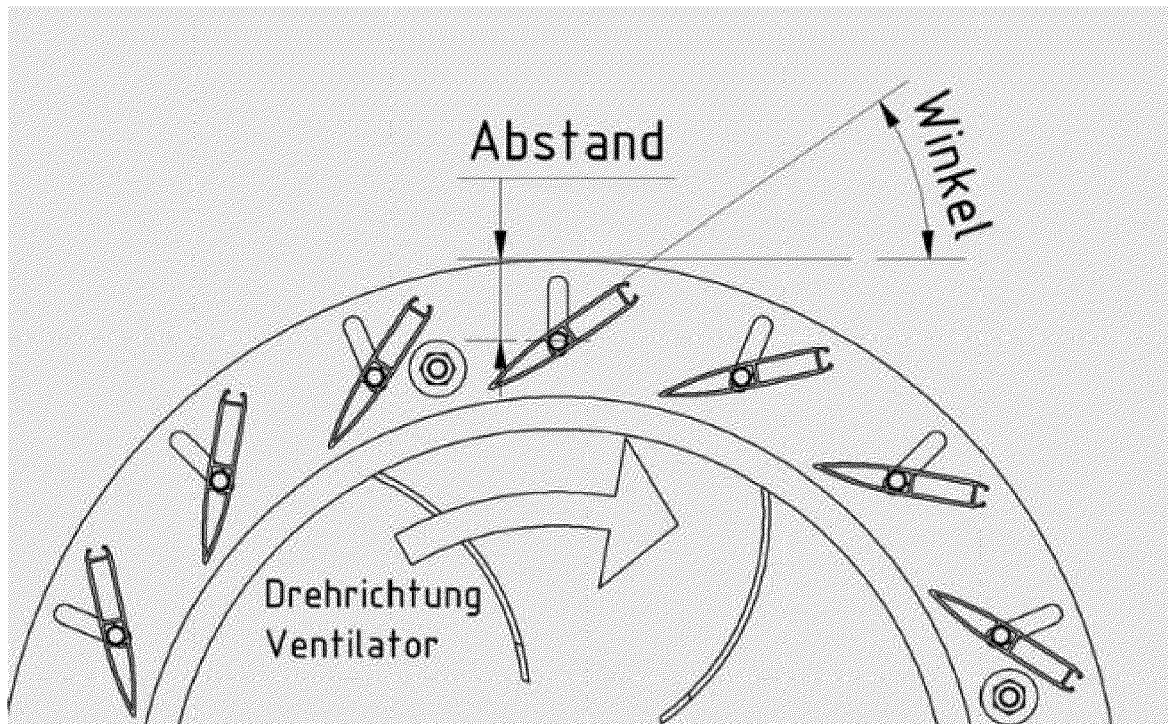


Fig. 10

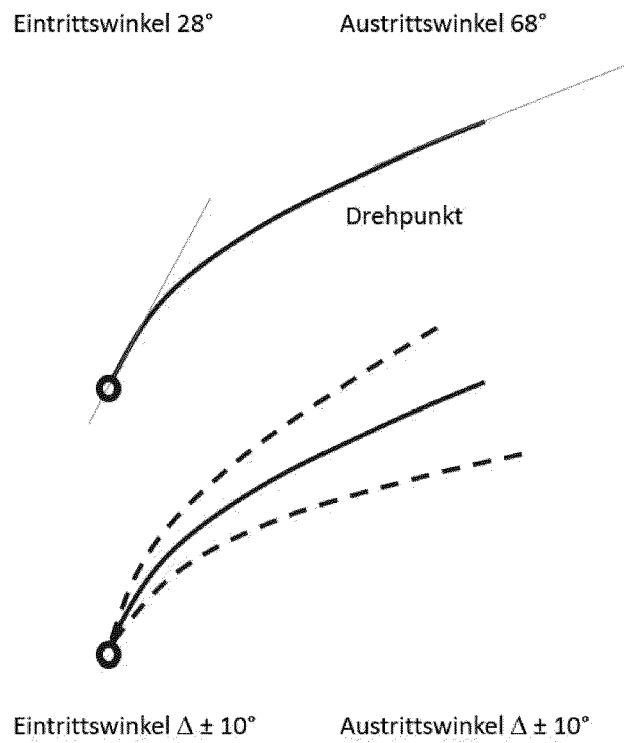


Fig. 11

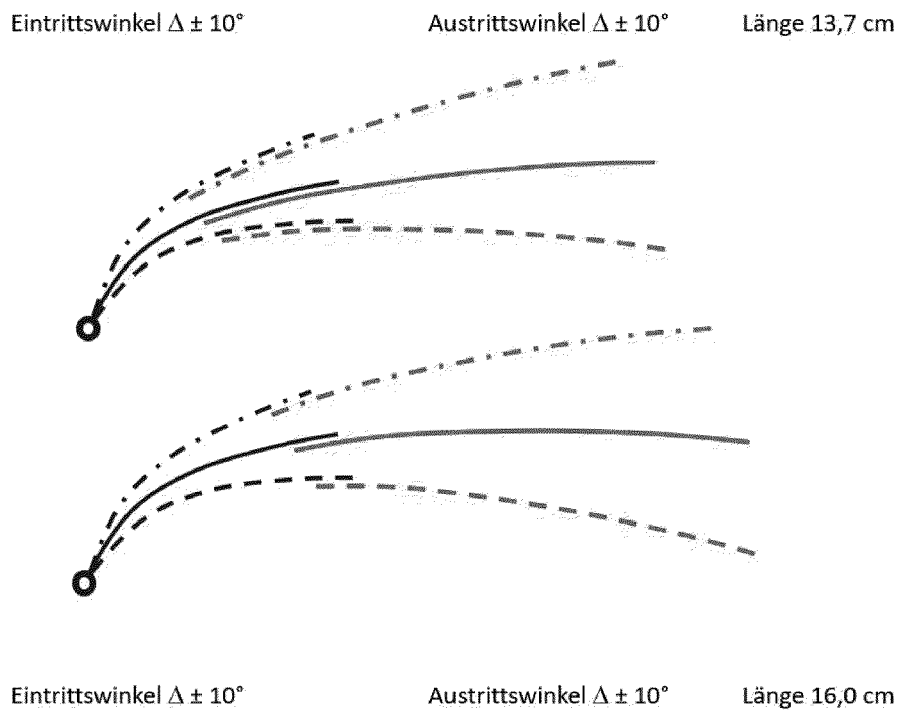


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 19 1217

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 202 040 124 U (BEIJING HUDU ENERGY TECHNOLOGY CO LTD) 16. November 2011 (2011-11-16)	1,2,4-15	INV. F04D29/44 F04D29/46 F04D27/00
A	* Zusammenfassung * * Absätze [0003], [0015] - [0022] * * Abbildungen 1-4 *	3	
X	DE 199 09 899 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 7. September 2000 (2000-09-07) * Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 6, Zeile 54 * * Abbildungen 1-4 *	1-8, 10-15	
X	DE 733 286 C (SCHUECHTERMANN & KREMER) 24. März 1943 (1943-03-24)	1,2,4-6, 8,9,11, 12,14	
A	* Ansprüche 1, 2 * * Abbildungen 1-4 *	3,7,10, 13,15	
X	CN 112 922 862 A (GIGA BYTE TECH CO LTD) 8. Juni 2021 (2021-06-08)	1-8,11, 12,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4, 6-9 *	9,10,13, 15	F04D F01D
A	CN 107 313 967 A (ZHEJIANG SHUANGYANG FAN CO LTD) 3. November 2017 (2017-11-03) * Zusammenfassung * * Absätze [0041] - [0053] *	1,5,10, 11,13-15	
A	US 2018/023411 A1 (FROEMMING KENNETH WILLIAM [US] ET AL) 25. Januar 2018 (2018-01-25) * Absätze [0021] - [0025] * * Abbildungen 1-5 *	1-3,11, 14,15	
A	EP 0 778 394 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 11. Juni 1997 (1997-06-11) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4 *	1-4,11, 14,15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. November 2024	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 19 1217

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-11-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 202040124	U	16-11-2011	KEINE	
15	DE 19909899	A1	07-09-2000	KEINE	
	DE 733286	C	24-03-1943	KEINE	
20	CN 112922862	A	08-06-2021	KEINE	
	CN 107313967	A	03-11-2017	KEINE	
	US 2018023411	A1	25-01-2018	KEINE	
25	EP 0778394	A2	11-06-1997	DE 69624660 T2	24-07-2003
				EP 0778394 A2	11-06-1997
				JP 3893179 B2	14-03-2007
				JP H09177607 A	11-07-1997
				KR 970044624 A	26-07-1997
30				US 5623823 A	29-04-1997
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3840268 C1 [0002]
- EP 2815130 B1 [0003]