

**Fremd oder passiv angetriebene Strömungsvorrichtung für ein flüssiges
oder gasförmiges Medium, umfassend ein in einem Gehäuse gelagertes
axial durchströmbares Laufrad, sowie Verwendung einer solchen Strö-
5 mungsvorrichtung**

Die Erfindung betrifft eine fremd oder passiv angetriebene Strömungsvorrichtung
für ein flüssiges oder gasförmiges Medium nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1
sowie die Verwendung einer solchen Strömungsvorrichtung nach den Ansprüchen
10 11-14

Eine fremd angetriebene Strömungsvorrichtung kann beispielsweise in Form eines
Ventilators vorliegen, der ein gasförmiges Medium fördert. Der Ventilator verfügt
über ein axial oder radial durchströmbares Laufrad, das sich im Gehäuse dreht. In
15 der Strömungstechnik spricht man von Axial- oder Radialventilatoren. Die vorlie-
gende Erfindung bezieht sich auf Strömungsvorrichtungen mit einem axial durch-
strömbaren Laufrad, das in einem Gehäuse gelagert ist. Das Laufrad besteht aus
einem Ringkörper mit Laufradflügeln.

20 In der DE 10 2007 032 423 A1 sind Ventilatoren als Strömungsvorrichtungen be-
kannt, die als nächstliegender Stand der Technik betrachtet werden können. Wie
bereits in der DE 10 2007 032 423 A1 beschrieben, haben bekannte Axialventila-
toren den Nachteil, dass die Laufradflügel, die radial außen durch den Ringkörper
des Laufrades bzw. Rotors miteinander verbunden sind, radial innen an eine Rad-
25 nabe angeschlossen sind, die mittels einer Lagerwelle in Festlagern gelagert ist.
Bei Axialventilatoren ist die zentrale Lagerung des Laufrades ungünstig, da die
Radnabe einen großflächigen zentralen Querschnittsbereich des Rades abschat-
tet. Dadurch wird mitgerissene Luft, die axial auf die Radnabe trifft, erst radial

- 2 -

nach außen gelenkt, bevor sie durch die rotierenden Laufradflügel wieder beschleunigt und in der gewünschten Förderrichtung weitergeleitet wird.

- DE 10 2007 032 423 A1 schlägt vor, das Problem durch eine berührungslose Lagerung des Laufrades an ortsfesten Gehäuseelementen des Ventilators zu lösen. Das Laufrad wird durch magnetische Kräfte schwebend gehalten und die Abstößungskräfte zwischen gleichnamigen Polen von Permanentmagneten werden zur axialen und radialen Zentrierung des Laufrades genutzt.
- 10 Gemäß DE 10 2007 032 423 wird vorgeschlagen, dass eine zentrale Öffnung vorhanden ist, die im Ventilationsbetrieb von einem Injektionsluftstrahl durchströmt wird und bezüglich der zentralen Drehachse axialsymmetrisch ist. Der Luftstrom, der durch einen Ventilator erzeugt wird, der gemäß DE 10 2007 032 423 gestaltet ist, besteht aus einem Mantelstrom, der durch die rotierenden Radflügel erzeugt
- 15 wird, und einem zentralen Injektionsstrom, der aufgrund des Druckgefälles zwischen Austritts- und Anströmseite des Axialventilators entsteht. Die Strömung innerhalb des zentralen Injektionsstroms entspricht mehr einer laminaren Strömung als im turbulenten Mantelbereich. Mit zunehmendem Abstand vom Laufrad oder einer Austrittsdüse des Ventilators kommt es im zentralen Bereich des Gesamtluftstroms aufgrund der Wechselwirkung der Teil-Luftströme im Übergangsbereich zu einer Verwirbelung des anfänglich laminaren Kernstroms. Durch die geeignete
- 20 Wahl des Verhältnisses der lichten Querschnittsanteile der zentralen Radöffnung und des ringscheibenförmigen, lichten Bereichs, innerhalb dessen die Radflügel rotieren, können Ventilatoren mit verschiedenen Austrittscharakteristiken realisiert
- 25 werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Strömungsvorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass ein vergleichsweise höherer Volumenstrom des strömenden Mediums erzielbar ist.

- 3 -

Diese Aufgabe wird bei einer fremd oder passiv angetriebenen Strömungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale dieses Anspruchs gelöst.

- 5 Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung betrifft eine fremd oder passiv angetriebene Strömungsmaschine, für ein flüssiges oder gasförmiges Medium. Bei einem fremd angetriebenen Medium saugt ein Laufrad mit Flügeln das Medium an, beschleunigt es und drückt es
10 in den Austrittsbereich. Der Fremdantrieb, zum Beispiel ein Elektromotor oder eine Turbine, versetzt das Laufrad in Drehung. Die Flügel des Laufrades erzeugen durch ihre Drehung eine zirkulierende Kraft auf das Medium, wodurch ein Drall entsteht. Der Drall ist eine Drehbewegung des Mediums um die Achse des Laufrades,
15 des, welche die kinetische Energie des Mediums erhöht.

Zusätzlich wird das Medium durch die Form der Flügel des Laufrades von seinem äußeren Umfang in Richtung seines Zentrums gedrückt, wodurch ein Druckgradient entsteht. Dieser Druckgradient ist ein Unterschied im statischen Druck des Mediums zwischen dem Außenumfang und dem axialen zentralen Durchlass des
20 Laufrades, welcher die potentielle Energie des Mediums erhöht.

Das Medium strömt durch das Laufrad, sowohl durch den ringförmigen Bereich, der von den Flügeln des Laufrades eingenommen wird, als auch durch den axialen zentralen Durchlass. Durch das Laufrad erhält das Medium eine höhere Geschwindigkeit und einen höheren Druck als vor dem Eintritt in das Laufrad, was einen hohen Volumenstrom ermöglicht.
25

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Wasser aus einer vollständig gefüllten Flasche langsamer herausläuft, wenn sie mit der Öffnung nach unten
30

- 4 -

gedreht wird, als aus einer Flasche, die zusätzlich in eine rotierende Bewegung versetzt wird und bei der sich dadurch ein Wirbel im Wasser ausbildet. Dieser Wirbel führt zu einer dynamischen und anhaltend schnelleren Bewegung des Wasserstroms aus der Flasche. Wenn ein Wirbel erzeugt wird, entleert sich die Flasche
5 also viel schneller. Die erfindungsgemäße Strömungsvorrichtung, wie beispielsweise ein Ventilator, beschleunigt das Medium durch die Rotation des Laufrades so stark, dass sich ein Wirbel bildet.

Eine wichtige Voraussetzung für einen optimalen Wirbel ist, dass das rotierende
10 Medium ungehindert durch den Strömungsweg fließen kann. Bei der vorliegenden Erfindung wird dies durch den Verzicht auf eine zentrale Narbe erreicht, wie sie bei herkömmlichen Strömungsvorrichtungen vorhanden ist. Um den Sog, der durch den Wirbel erzeugt wird, zu nutzen, ist die Bildung eines stabilen und kräftigen Wirbels erforderlich. Die Strömungsdynamik in einem Wirbel ist die stabilste
15 Struktur und am wenigsten anfällig für Störungen durch das umgebende Medium. Bei Strömungsvorrichtungen, die Hindernisse entgegen dem freien Strömungsfluss enthalten, ist die Strömung des Mediums von Anfang an mit Störungen und Verwirbelungen versehen. Eine geordnete Rotation der Strömung findet gar nicht erst statt. Hindernisse oder Störungen können die Bildung eines Wirbels verhindern.
20 Ein stabiler Wirbel zersetzt sich erst später. Die Zersetzung findet nicht innerhalb der Strömung statt, sondern der Wirbel breitet sich vom Rand aus nach innen aus.

Dabei mischt sich das umgebende Medium zwangsläufig mit dem beschleunigten
25 Medium im Wirbel aufgrund der Gesetze der Physik, insbesondere des Coanda-Effekts und des Bernoulli-Prinzips. Das umgebende Medium wird allmählich durch komplexe Verwirbelungen gebremst, wodurch es breiter und ruhiger wird. Eine Strömung, die aus einem stabilen Wirbel stammt, ist langlebiger und ermöglicht ein größeres Förderungsvolumen bei gleichem Energieverbrauch. Ein stabiler und
30 stark ausgeprägter Wirbel erzeugt einen Sog, der sich in das fließende Medium

- 5 -

nach vorne, also entgegen der Strömungsrichtung, und durch bzw. vor die rotierenden Laufradflügel des Laufrades bzw. Rotors der Strömungsvorrichtung erstreckt.

- 5 Dieser Effekt tritt beim Ablassen des Wassers aus einer Badewanne auf. Es entsteht ein Sog, der nicht nur das Wasser aus den unteren Schichten durch den Auslass zieht, sondern auch von der Oberfläche ansaugt. Die Rotation des Wassers wird bereits durch den sich bildenden Wirbel in Gang gesetzt, bevor es auf den Auslass trifft. Dies gilt auch für die Strömungsvorrichtung, die in dieser Erfindung beschrieben wird. Das Medium wird bereits in Rotation versetzt und beschleunigt, bevor es mit den Laufradflügeln in Berührung kommt. Dadurch wird ein geringerer Energiebedarf erreicht, da der Sogeffekt nur auftritt, wenn der Wirbel stabil ausgeprägt ist.
- 10
- 15 Auf eine passiv angetriebene Strömungsvorrichtung, also eine Strömungsvorrichtung, die durch das Medium angetrieben wird, treffen die Ausführungen zur fremd-angetriebenen Strömungsvorrichtung analog zu.

- Die Laufradflügel weisen vorzugsweise eine Krümmung und/oder Schrägstellung auf, die von der Drehachse des Laufrades abweicht.
- 20

Diese Merkmale beeinflussen die Leistung und den Wirkungsgrad der Strömungsvorrichtung. Die Funktionsweise dieser Merkmale lässt sich wie folgt erklären:

- 25 Die Krümmung der Laufradflügel beschreibt die Abweichung der Flügel von einer geraden Linie. Die Krümmung kann entweder konvex oder konkav sein, je nachdem, ob die Flügel nach außen oder nach innen gebogen sind. Die Krümmung der Flügel beeinflusst die Form und die Größe des Strömungskanals zwischen den Flügeln, durch den das Medium fließt. Eine größere Krümmung verengt den Strömungskanal und erhöht die Strömungsgeschwindigkeit. Eine kleinere Krümmung
- 30

erweitert den Strömungskanal und verringert die Strömungsgeschwindigkeit. Die optimale Krümmung der Flügel hängt von der Art und dem Zweck der Strömungsvorrichtung ab. Eine größere Krümmung kann für eine Pumpe vorteilhaft sein, die einen hohen Druck erzeugen soll. Eine kleinere Krümmung hingegen kann für eine
5 Turbine vorteilhaft sein, die eine hohe Leistung erzeugen soll.

Die Schrägstellung der Laufradflügel beschreibt den Winkel zwischen den Flügeln und der Drehachse des Laufrades. Je nachdem, ob die Flügel in oder gegen die Drehrichtung des Laufrades geneigt sind, kann die Schrägstellung entweder posi-
10 tiv oder negativ sein. Die Schrägstellung beeinflusst die Richtung und Stärke der Kraft, die auf das Medium ausgeübt wird. Eine positive Schrägstellung erhöht die Kraftkomponente in Drehrichtung und den Drall des Mediums, während eine negative Schrägstellung beides reduziert. Die optimale Schrägstellung der Flügel hängt
15 von der Art und dem Zweck der Strömungsvorrichtung ab. Eine positive Schrägstellung kann für eine Pumpe vorteilhaft sein, die hohen Druck erzeugen soll. Eine negative Schrägstellung kann hingegen für eine Turbine vorteilhaft sein, die hohe Leistung erzeugen soll.

Die Laufradflügel können eine Sichel- oder Schaufelform aufweisen.
20

Die Laufradflügel sind in Sichel- oder Schaufelform gestaltet, um das Medium effizienter und leiser durch das Laufrad zu fördern. Dabei werden Strömungsverluste minimiert und die Strömungsqualität optimiert. Die aerodynamischen Eigenschaften der Flügel werden verbessert, indem der Luftwiderstand verringert und die
25 Strömungskontrolle erhöht wird. Die Sichel- oder Schaufelform kann die Leistung und den Wirkungsgrad der Strömungsvorrichtung erhöhen, indem sie die Drehzahl und den Druck des Mediums anpasst.

Sie ist eine Abweichung von einer geraden Linie, die entweder konvex oder konkav sein kann und beeinflusst die Form und Größe des Strömungskanals
30

zwischen den Flügeln, durch den das Medium fließt. Eine größere Sichel- oder Schaufelform verengt den Strömungskanal und erhöht die Strömungsgeschwindigkeit. Eine kleinere Sichel- oder Schaufelform erweitert den Strömungskanal und verringert die Strömungsgeschwindigkeit.

5

Die optimale Sichel- oder Schaufelform hängt von der Art und dem Zweck der Strömungseinrichtung ab. Beispielsweise kann eine größere Sichel- oder Schaufelform für eine Pumpe, die einen hohen Druck erzeugen soll, vorteilhaft sein, während eine kleinere Sichel- oder Schaufelform für eine Turbine, die eine hohe

10 Leistung erzeugen soll, vorteilhaft sein kann.

Die Steigung der Laufradflügel nimmt vorzugsweise von außen nach innen ab. Die Steigung der Laufradflügel ist definiert als die theoretische Strecke, die der Laufradflügel in einem axialen Medium bei einer Umdrehung zurücklegen würde, wenn er sich in einem festen Material wie einem Gewindeblock drehen würde. Wenn die

15 Steigung linear wäre, würden alle Bereiche der Laufradflügel von außen nach innen betrachtet gleichmäßig zum Vortrieb beitragen. Bei depressiver Steigung hingegen würden die äußeren Bereiche mehr zum Vortrieb beitragen als die inneren Bereiche

20

Die Steigung beeinflusst so Richtung und Größe der Kraft, die die Laufradflügel auf das Medium ausüben.

Eine abnehmende Steigung bedeutet, dass die Laufradflügel in Richtung des zentralen axialen Durchgangs des Laufrades flacher werden. Dies hat zur Folge, dass

25 die Flügel eine kleinere Kraftkomponente in Drehrichtung und eine größere Kraftkomponente in axialer Richtung auf das Medium ausüben. Dadurch wird das Medium im Zentrum stärker beschleunigt.

Die Funktion der abnehmenden Steigung besteht darin, die Strömungsverluste zu minimieren und die Strömungsqualität zu optimieren. Strömungsverluste sind Energieverluste durch Reibung, Turbulenz oder Stoßwellen. Die Strömungsqualität ist die Gleichmäßigkeit und Stabilität der Strömung. Ein abnehmendes Gefälle
5 kann die Strömungsverluste reduzieren, indem es die Reibung zwischen dem Medium und den Flügel verringert und Turbulenzen und Stoßwellen vermeidet, die bei hohen Geschwindigkeiten auftreten können. Eine abnehmende Steigung kann die Strömungsqualität verbessern, indem sie die Strömung an die Form des Laufrades anpasst und Strömungsablösungen verhindert, die zu Instabilitäten führen
10 können.

Zusätzlich zur Form und Ausrichtung der Laufradflügel kann eine Anpassung und Optimierung der Anzahl, Verteilung und Dimensionierung der Laufradflügel machbar und vorteilhaft sein.

15 Diese Anpassung und Optimierung führt dazu, dass die Laufradflügel das Medium optimal durch das Laufrad fördern, die Strömungsverluste minimieren und den Wirkungsgrad maximieren. Die Anzahl, die Verteilung und die Dimensionierung der Laufradflügel sind wichtige Faktoren, die die Eigenschaften des Laufrades bestimmen, wie z. B. Strömungswiderstand, Strömungsführung, Geräuschentwicklung und Leistungsübertragung.
20

Die Laufradschaufelzahl ist die Anzahl der Flügel, die am Laufradring befestigt sind. Die Anzahl der Laufradflügel beeinflusst die Größe und Form des Strömungskanals zwischen den Flügel, durch den das Medium strömt. Eine größere
25 Anzahl von Laufradflügel verkleinert den Strömungskanal und erhöht die Strömungsgeschwindigkeit, während eine kleinere Anzahl von Laufradflügel den Strömungskanal vergrößert und die Strömungsgeschwindigkeit verringert. Die optimale Anzahl der Laufradflügel hängt von der Art und dem Zweck des Durchflussbegrenzers ab. Beispielsweise kann eine größere Anzahl von Laufradflügel für
30

- 9 -

eine Pumpe vorteilhaft sein, die einen hohen Druck erzeugen soll, während eine kleinere Anzahl von Laufradflügel für eine Turbine vorteilhaft sein kann, die eine hohe Leistung erzeugen soll.

- 5 Die Laufradflügelverteilung ist die Anordnung der Flügel auf dem Laufradring. Die Verteilung der Laufradflügel beeinflusst die Gleichmäßigkeit und Stabilität der Strömung durch das Laufrad. Eine gleichmäßige Verteilung der Laufradflügel ergibt eine symmetrische und stabile Strömung, während eine ungleichmäßige Verteilung der Laufradflügel zu einer asymmetrischen und instabilen Strömung
- 10 führen kann. Die optimale Verteilung der Laufradflügel hängt von der Art und dem Zweck der Strömungseinrichtung ab. Beispielsweise kann eine gleichmäßige Verteilung der Laufradflügel für eine Pumpe oder Turbine vorteilhaft sein, die eine hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit erfordern, während eine ungleichmäßige Verteilung der Laufradflügel für eine Strömungsmaschine vorteilhaft sein kann, die
- 15 eine bestimmte Strömungsform erzeugen soll.

- Die Dimensionierung der Laufradflügel ist die Größe und Form der Flügel, die durch verschiedene Parameter wie Länge, Breite, Dicke, Krümmung, Neigung und Steigung beschrieben werden kann. Die Dimensionierung der Laufradflügel beeinflusst die aerodynamischen Eigenschaften der Flügel wie Luftwiderstand, Strömungskontrolle, Geräuschentwicklung und Kraftübertragung. Eine größere Dimensionierung der Laufradflügel vergrößert die Oberfläche und das Volumen der Flügel, während eine kleinere Dimensionierung der Laufradflügel die Oberfläche und das Volumen der Flügel verkleinert. Die optimale Dimensionierung der Laufradflügel hängt von der Art und dem Zweck der Strömungseinrichtung ab. Beispielsweise kann eine größere Laufraddimensionierung für eine Pumpe, die einen hohen Druck erzeugen soll, vorteilhaft sein, während eine kleinere Laufraddimensionierung für eine Turbine, die eine hohe Leistung erzeugen soll, vorteilhaft sein kann.

- 10 -

Die Anpassung und Optimierung der Anzahl, Verteilung und Dimensionierung der Laufradflügel ist ein komplexes und vielschichtiges Problem, das verschiedene mathematische Modelle, numerische Methoden und experimentelle Verfahren erfordert. Die Anpassung und Optimierung kann in Abhängigkeit von den Anforderungen und Randbedingungen des Strömungssystems variieren.

Darüber hinaus kann das Gehäuse einen Einlass aufweisen, dessen Durchmesser im Bereich der Laufradflügel dem Durchmesser der Laufradflügel selbst entspricht.

- 10 Wenn das Gehäuse einen Einlauf aufweist, dessen Durchmesser im Bereich der Laufradflügel dem Durchmesser der Laufradflügel selbst entspricht, wird das Medium mit geringerer Geschwindigkeit und höherem Druck durch das Laufrad gefördert. Dadurch werden die Strömungsverluste minimiert und der Wirkungsgrad maximiert. Der Einlauf ist die Öffnung, durch die das Medium in das Gehäuse eintritt.
- 15 Der Durchmesser des Einlasses beeinflusst die Strömungsgeschwindigkeit und den statischen Druck des Mediums vor dem Eintritt in das Laufrad.

Ein gleicher Durchmesser bedeutet, dass der Einlauf den gleichen Querschnitt hat wie der Bereich der Laufradflügel. Dies hat zur Folge, dass das Medium eine konstante Geschwindigkeit und einen konstanten Druck hat, bevor es das Laufrad erreicht. Das Medium wird also weniger beschleunigt und weniger komprimiert.

Die Funktion des gleichen Durchmessers besteht darin, Strömungsverluste zu minimieren und den Wirkungsgrad zu maximieren. Strömungsverluste entstehen durch Reibung, Turbulenzen oder Stoßwellen und führen zum Verlust von Energie. Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen abgegebener und aufgenommener Energie. Ein gleichbleibender Durchmesser kann Strömungsverluste reduzieren, indem er die Reibung zwischen dem Medium und dem Gehäuse verringert und Turbulenzen sowie Stoßwellenbildung bei hohen Geschwindigkeiten vermeidet. Zudem kann ein gleichbleibender Durchmesser den Wirkungsgrad

- 11 -

erhöhen, indem er die Energieübertragung zwischen dem Medium und dem Laufrad verbessert.

Der Einlass sollte sich trichterförmig auf den Durchmesser der Laufradflügel verjüngen.

Eine trichterförmige Verjüngung bedeutet, dass der Einlass einen größeren Querschnitt als der Bereich der Laufradflügel hat und sich in Richtung des Laufrades verkleinert. Dadurch hat das Medium eine geringere Geschwindigkeit und einen höheren Druck, bevor es das Laufrad erreicht.

Die Funktion der trichterförmigen Verjüngung besteht darin, die Strömungsverluste zu minimieren und den Wirkungsgrad zu maximieren. Die Strömungsverluste sind die Energie, die durch Reibung, Turbulenz oder Stoßwellen verloren geht. Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen der abgegebenen und der aufgenommenen Energie. Eine trichterförmige Verjüngung kann die Strömungsverluste reduzieren, indem sie die Reibung zwischen dem Medium und dem Gehäuse verringert und die Turbulenz sowie die Stoßwellenbildung vermeidet, die bei hohen Geschwindigkeiten auftreten können. Eine trichterförmige Verjüngung kann den Wirkungsgrad erhöhen, indem sie die Energieübertragung zwischen dem Medium und dem Laufrad verbessert.

Die Funktion der trichterförmigen Verjüngung hängt von der Art und dem Zweck der Strömungsvorrichtung ab. Eine trichterförmige Verjüngung kann zum Beispiel für eine Pumpe vorteilhaft sein, die einen hohen Druck erzeugen soll, während ein gleichmäßiger oder erweiterter Durchmesser für eine Turbine vorteilhaft sein kann, die eine hohe Leistung erzeugen soll.

Weiter kann der Einlass ein Strömungsleitwerk aufweisen, das als Spirale und/oder als Diffusor ausgebildet ist.

- 12 -

Ein Strömungsleitwerk in Form einer Spirale oder eines Diffusors kann dazu beitragen, die Strömungsrichtung des Mediums zu beeinflussen und eine Wirbelbildung anzuregen. Dadurch kann eine höhere Stabilität des ausgebildeten Wirbels
5 und eine höhere Effizienz und Leistung erreicht werden.

Der Rotor des Motors wird durch das ringförmige Laufrad angetrieben, während der Stator vom Gehäuse umgeben ist.

10 Die Strömungsvorrichtung kann mit einem direkt angetriebenen Elektromotor betrieben werden. Der Elektromotor ist ein spezieller Typ, der ohne Getriebe direkt mit dem Laufrad verbunden ist.

Der direkt anreibende Elektromotor wandelt elektrische Energie in mechanische
15 Energie um, indem er ein magnetisches Drehfeld erzeugt, das den Rotor antreibt. Es gibt verschiedene Bauformen des direkt anreibenden Elektromotors, wie zum Beispiel den Asynchronmotor, den Schrittmotor oder den permanentenerregten Synchronmotor. Der direkt anreibende Elektromotor hat den Vorteil einer hohen Drehzahl, eines hohen Wirkungsgrads, einer hohen Präzision und einer geringen Ge-
20 räuschentwicklung.

Der Rotor ist der drehbare Teil des Elektromotors und besteht aus einem ringförmigen Laufrad mit Flügeln. Das magnetische Drehfeld des Stators setzt den Rotor in Bewegung.

25

Der Stator ist der feste Teil des Elektromotors und besteht aus einem Gehäuse, das den Rotor umgibt. Der Stator erzeugt das magnetische Drehfeld, welches den Rotor antreibt. Er besteht aus mehreren Spulen und Weicheisenkernen, die am Gehäuse befestigt sind.

30

- 13 -

Der direkt anreibende Elektromotor ermöglicht eine direkte Kraftübertragung zwischen dem Stator und dem Rotor. Durch den Wegfall des Getriebes werden Reibungsverluste, Spiel, Wartung und Geräuschentwicklung reduziert. Dies führt zu höherer Effizienz, Zuverlässigkeit und Sicherheit der Strömungsvorrichtung.

5

Gemäß einer Weiterbildung kann das ringförmige Laufrad durch Magnetkräfte schwebend im Gehäuse gelagert sein.

10 Durch die schwebende Lagerung des ringförmigen Laufrads im Gehäuse mittels Magnetkräften werden mechanische Verluste minimiert und die Lebensdauer maximiert. Magnetkräfte sind Kräfte, die zwischen Magneten oder zwischen Magneten und magnetisierbaren Materialien wirken. Sie können entweder anziehend oder abstoßend sein, je nach Ausrichtung der magnetischen Pole.

15 Die schwebende Lagerung bedeutet, dass das Laufrad durch ein magnetisches Feld in einer stabilen Position gehalten wird, ohne direkten Kontakt mit dem Gehäuse zu haben. Es wird durch einen Fremdantrieb, wie beispielsweise einen Elektromotor oder eine Turbine, in Drehung versetzt. Dadurch erzeugt das Laufrad einen Drall und einen Druckgradienten auf das Medium, das durch das Laufrad
20 fließt.

Die schwebende Lagerung hat die Funktion, die Reibung zwischen dem Laufrad und dem Gehäuse zu eliminieren. Diese Reibung würde sonst zu mechanischen Verlusten, Verschleiß, Geräuschentwicklung und Wärmeentwicklung führen.

25 Durch die schwebende Lagerung wird die Effizienz, Zuverlässigkeit und Sicherheit der Strömungsvorrichtung erhöht.

Die schwebende Lagerung kann durch verschiedene Arten von Magnetlagern realisiert werden, wie zum Beispiel passive, aktive oder hybride Magnetlager. Passive
30 Magnetlager nutzen die anziehenden oder abstoßenden Kräfte zwischen

- 14 -

Permanentmagneten oder zwischen Permanentmagneten und Supraleitern, um das Laufrad zu stabilisieren. Aktive Magnetlager hingegen nutzen regelbare Kräfte zwischen Elektromagneten und magnetisierbaren Materialien, um das Laufrad zu stabilisieren. Hybride Magnetlager kombinieren passive und aktive Magnetlager, um die Vorteile beider Systeme zu nutzen.

Durch die Massenverteilung des Laufrades mehr in den äußeren Bereich im Vergleich zu Konstruktionen mit einer zentralen Narbe wird eine höhere Rotationsenergie und ein stärkerer gyroskopischer Effekt erzeugt, der die Richtungsstabilität des Laufrades erhöht. Dies kann auch für die Flugstabilisierung von Drohnen genutzt werden. Ein gyroskopischer Effekt ist die Trägheit eines drehenden Körpers gegenüber Richtungsänderungen der Drehachse.

Weiter betrifft die Erfindung die Verwendung einer fremd angetriebenen Strömungsvorrichtung. Verwendungsmöglichkeiten bestehen als Ventilator, als Schraube oder Propeller von Booten und Schiffen sowie als Düsentriebwerk.

Die Strömungsvorrichtung, die als Ventilator oder als Ersatz für herkömmliche Schrauben und Propeller von Booten und Schiffen verwendet werden kann, kann sehr flach und damit leicht und raumsparend ausgebildet sein.

Bei der Verwendung als Düsentriebwerk könnte deren Leistung durch einen entsprechend erfindungsgemäß ausgebildeten Wirbel gesteigert werden, wenn erfindungsgemäß nicht mittels einer Nabe gelagerte Laufradflügel zu Einsatz kämen, also ein Laufrad mit Laufradflügel, das einen Strömungsfluss im Zentrum bei Ausbildung eines starken und stabilen Wirbels erlaubt bzw. gewährleistet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert, dass in der Zeichnung dargestellt ist. Darin zeigen:

- 15 -

- Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer konventionellen Strömungsvorrichtung aus einem Laufrad mit Laufradflügeln, die auf einer Nabe befestigt sind,
- 5 Fig. 2 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 1 im Ruhezustand,
- Fig. 3 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 1 mit einer Simulation eines strömenden Mediums,
- 10 Fig. 4 zeigt eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Strömungsvorrichtung aus einem Laufrad mit einer zentralen Öffnung,
- 15 Fig. 5 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 4 im Ruhezustand,
- Fig. 6 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 4 mit einer Simulation eines strömenden Mediums,
- 20 Fig. 7 zeigt schematisch einen ringförmigen Permanentmagneten als Teil des Gehäuses zur Lagerung eines Laufrades,
- Fig. 8 zeigt schematisch einen Querschnitt durch den vorgenannten Permanentmagneten gemäß Fig. 7,
- 25 Fig. 9 zeigt eine Konstruktion mit Permanentmagneten, die innen breiter sind als außen,

- 16 -

Fig. 10 zeigt ein Laufrad mit Permanentmagneten, die jeweils unter einem Winkel von 120° zueinander angeordnet sind, in Draufsicht,

5 Fig. 11 zeigt das Laufrad gemäß Fig. 10 aus einer um 90° gedrehten Position in Seitenansicht,

Fig. 12 zeigt schematisch eine Frontansicht des Laufrades mit zwei Laufradflügeln,

10 Fig. 13 zeigt schematisch das Laufrad gemäß Fig. 12 im Querschnitt und

Fig. 14 zeigt schematisch einen Ventilator mit Laufrad und daran angebrachten Spulen eines Elektromagneten.

15 Die Zeichnung zeigt unterschiedliche Ausführungen von Strömungsvorrichtungen.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer konventionellen Strömungsvorrichtung aus einem Laufrad 10 mit Laufradflügeln 12, die auf einer Nabe 14 befestigt sind. Die Laufradflügel 12 der Strömungsvorrichtung haben eine lineare Steigung. Die Steigung eines Laufradflügels 12 beschreibt den Abstand, den der Laufradflügel 12 pro Umdrehung in axialer Richtung parallel zur Laufradachse 16 zurücklegt. Bei einer linearen Steigung nimmt der Blattwinkel der Laufradflügel 12 kontinuierlich und proportional vom Ansatz der Laufradflügel 12 im Zentrum bis zur äußeren Spitze zu. Der Blattwinkel beschreibt den Winkel, den der Laufradflügel 12 an der jeweiligen radialen Position zur Rotationsachse 16 des Laufrades 10 bildet.

20
25

Fig. 2 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 1 im Ruhezustand als Vorstufe zu einer Simulation. Erkennbar sind die Laufradflügel 12 und die zentrale Nabe 14, an der die Laufradflügel 12 befestigt sind.

30

Fig. 3 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 1 mit einer Simulation eines strömenden Mediums. Dabei zeigt sich, dass sowohl die Nabe 14 als auch die Laufradflügel 12 das strömende Medium 18 hinter dem Laufrad 10 nach außen spreizen. Ein zentraler Wirbel kann bei dieser Ausführung nicht entstehen.

Fig. 4 zeigt eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Strömungsvorrichtung aus einem Laufrad 20 mit Laufradflügeln 22, die an einem äußeren Ringkörper 24 befestigt sind. Eine zentrale Nabe ist nicht vorhanden. Stattdessen besitzt das Laufrad 20 im Zentrum eine Öffnung 26. Die Laufradflügel 22 der Strömungsvorrichtung haben keine lineare Steigung. Der Blattwinkel der Laufradflügel 22 nimmt vielmehr unterproportional vom Rand der zentralen Öffnung 26 bis zur äußeren Spitze zu.

Fig. 5 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 4 im Ruhezustand als Vorstufe zu einer Simulation. Erkennbar sind die Laufradflügel 22 und die zentrale Öffnung 26.

Fig. 6 zeigt einen axialen Längsschnitt der Strömungsvorrichtung nach Fig. 4 mit einer Simulation eines strömenden Mediums 28. Dabei zeigt sich, dass das strömende Medium 28 hinter dem Laufrad 20 in Richtung des Zentrums gelenkt und verdichtet wird. Im Abstand zum Laufrad 20 werden die Strömungslinien außerdem zu einem Kern 30 verdichtet. Hier entsteht ein stabiler Wirbel, der dazu beiträgt, den Durchsatz des Mediums 28 zu steigern.

Die Figuren 7 bis 14 zeigen eine Strömungsvorrichtung in Form eines Ventilators. Dieser umfasst ein mittels Permanentmagneten gelagertes Laufrad, das einen Ringkörper mit zentralem Durchlass aufweist. Der Ventilator ist eine leichte Strömungsvorrichtung, bei der sich ein stabiler Wirbel bilden kann. Ein weiterer Vorteil

besteht darin, dass der Ventilator sehr flach ausgebildet werden kann. Dies wird ermöglicht durch die Positionierung des Antriebs als Stator um das Laufrad als Rotor herum. Der Stator ist quasi außen radial um den Rotor positioniert. Es ist nicht erforderlich, einen Antrieb axial vor oder hinter dem Laufrad mit den Laufradflügeln anzuordnen.

In Fig 7 ist ein ringförmiger Permanentmagnet 32 zur Lagerung des Laufrades zu sehen. Fig. 8 zeigt einen Querschnitt des Permanentmagneten 32 um das Laufrad. Der Permanentmagnet reduziert den Reibungswiderstand des Laufrades. Die konkave Form des ringförmigen Permanentmagneten 32 auf der Innenseite dient zur Führung des Laufrades, das innerhalb des ringförmigen Permanentmagneten 32 schwebend gehalten wird. Der Permanentmagnet kann auch als Halterungsring bezeichnet werden. Es können weitere ringförmige Permanentmagnete vorgesehen sein. Für eine leichtere Variante des Ventilators genügt bereits ein ringförmiger Permanentmagnet 32. Mehrere ringförmige Permanentmagnete verstärken oder gewährleisten den sicheren Halt und die Stabilität bei höheren Drehzahlen des Laufrades oder der Laufräder, insbesondere bei schwereren und leistungstärkeren Varianten der Strömungsvorrichtungen wie beispielsweise Ventilatoren.

Die Strömungsvorrichtung kann einen einteiligen äußeren Lagerungsring zur Lagerung des Laufrads oder Rotors haben, der keine Funktion für den Antrieb übernimmt.

Wenn das Laufrad 34 oder der Rotor mittels eines bipolaren äußeren Stators angetrieben wird, kann dieser äußere Ring vorteilhaft aus zwei getrennten Halbringen 36, 38 konstruiert sein, wie Fig. 9 zeigt. Dadurch wird es ermöglicht, die unterschiedliche Ladung der beiden Pole getrennt voneinander zu nutzen.

Im letzteren Fall sollte der Rotor idealerweise mit mindestens drei Permanentmagneten 40, 42, 44 konstruiert sein, wie in Fig. 10 dargestellt. Diese sind jeweils um

- 19 -

120° zueinander angeordnet und werden somit aufgrund der wechselnden Polarität des Stators in Rotation gebracht.

Fig. 10 und 11 zeigen eine Konstruktion mit Permanentmagneten 40, 42, 44 die innen breiter sind als außen, um Verschiebungen der gelagerten Permanentmagneten bei zentrifugalen Kräften zu verhindern.

Leistungsstärkere Strömungsvorrichtungen benötigen einen Rotor mit strominduzierten Spulen. Diese Technologie ist bereits bei verschiedenen Elektromotoren bekannt, unabhängig davon, ob es sich um Gleich- oder Wechselstrom und/oder Synchron- oder Asynchron-Motoren handelt.

Das Laufrad 34 bzw. der Rotor wird idealerweise ebenfalls mittels Permanentmagneten 40, 42, 44 gelagert, um eine stabile und reibungsarme Führung zu ermöglichen. Fig. 12 zeigt eine Frontansicht des Laufrades 34 bzw. Rotors, wobei der Übersicht halber nur zwei Laufradflügel 46, 48 gezeigt sind. Die Festlegung der Laufradflügelform ist hier willkürlich. Die Form und Ausrichtung sowie die Bemessung und Verteilung der Laufradflügel können von den dargestellten Laufradflügeln abweichen, um einen stabilen und starken Wirbel zu erzeugen. Es ist nicht zwingend erforderlich, die Laufradflügel 46, 48, wie in Fig. 13 dargestellt, im vorderen Bereich bei Eintritt des Luftstroms weniger profiliert auszubilden und im weiteren Verlauf des Luftstroms zunehmend zu vergrößern.

Fig. 14 zeigt den Ventilator mit Laufrad 34 und Spulen 50, 52 als Bestandteil von Elektromagneten. Die Spulen 50, 52 sind mit dem Laufrad 34 verbunden und bilden eine rotierende Einheit. Gemäß der Erfindung bleibt das Zentrum 54 des Laufrades 34 und damit der Strömungsvorrichtung offen, um Raum für den Strudel oder Wirbel zu gewährleisten, der sich bei höherer Drehzahl des Laufrades umso stärker und intensiver bildet.

- 20 -

Der Einlass des Ventilators ist breiter, um einen stabilen und starken Luftstrom zu fördern. Ein ähnliches Prinzip ist bei einem Düsenantrieb bekannt.

- 21 -

Bezugszeichenliste

	10	Lauftrad
	12	Lauftradflügel
5	14	Nabe
	16	Rotationsachse
	18	Medium
	20	Lauftrad
	22	Lauftradflügel
10	24	Ringkörper
	26	Öffnung
	28	Medium
	30	Kern
	32	Permanentmagnet
15	34	Lauftrad
	36	Halbring
	38	Halbring
	40	Permanentmagnet
	42	Permanentmagnet
20	44	Permanentmagnet
	46	Lauftradflügel
	48	Lauftradflügel
	50	Spule
	52	Spule
25	54	Zentrum

Patentansprüche

1. Fremd oder passiv angetriebene Strömungsvorrichtung für ein flüssiges
5 oder gasförmiges Medium, bestehend aus einem Gehäuse, in dem ein axial
durchströmbares Laufrad angeordnet ist und durch einen Fremdantrieb oder durch
das Medium in Drehung versetzbar ist, wobei das Laufrad einen Ringkörper mit
Laufradflügeln umfasst, der an seinem Außenumfang im Gehäuse gelagert ist ei-
nen axialen zentralen Durchlass aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf
10 das Medium ein Drall kombiniert mit einem vom Außenumfang zum axialen zent-
ralen Durchlass des Laufrades hin ansteigender Druckgradienten aufprägbar ist.
2. Strömungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die Laufradflügel eine Krümmung und/oder eine Schrägstellung aufweisen, die von
15 der Drehachse des Laufrades abweicht.
3. Strömungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Laufradflügel eine Sichel- oder Schaufelform aufweisen.
- 20 4. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass die Steigung der Laufradflügel von außen nach innen abnehmen
5. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass zusätzlich zur Form und Ausrichtung der Laufradflügel eine Anpas-
25 sung und Optimierung der Anzahl, der Verteilung und der Bemaßung der Laufrad-
flügel durchführbar ist.
6. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass das Gehäuse einen Einlass aufweist, dessen Durchmesser im Be-
30 reich der Laufradflügel dem Durchmesser der Laufradflügel selbst entspricht.

7. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einlass sich trichterförmig auf den Durchmesser der Laufradflügel verjüngt.
- 5
8. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einlass ein Strömungsleitwerk aufweist, das als Spirale und/oder als Diffusor ausgebildet ist.
- 10
9. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Fremdantrieb dieser aus einem direkt angetriebenen Elektromotor besteht, dessen Rotor durch das ringförmige Laufrad und dessen Stator durch das den Rotor umgebende Gehäuse gebildet ist.
- 15
10. Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das ringförmige Laufrad durch Magnetkräfte schwebend im Gehäuse gelagert ist.
- 20
11. Verwendung einer fremd angetriebenen Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-10 als Ventilator.
12. Verwendung einer fremd angetriebenen Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-10 als Schraube oder Propeller von Booten und Schiffen.
- 25
13. Verwendung einer fremd angetriebenen Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-10 als Düsentriebwerk.
14. Verwendung einer passiv angetriebenen Strömungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-8 oder 10 als elektrischer Generator.