

(19)



(11)

**EP 3 192 966 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.07.2017 Patentblatt 2017/29**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/02** (2006.01) **F01D 11/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16151268.6**

(22) Anmeldetag: **14.01.2016**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

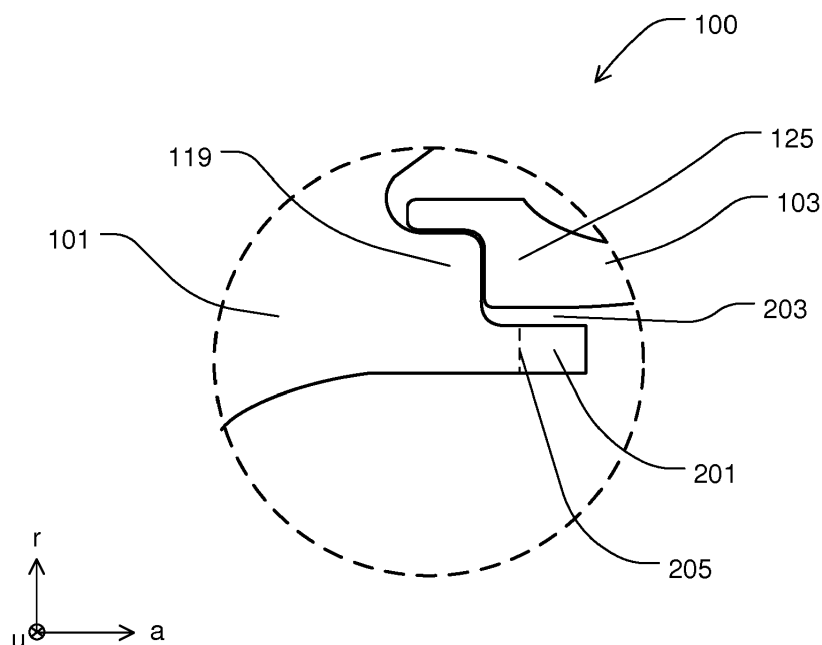
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**  
**80995 München (DE)**

(72) Erfinder: **Binstener, Thomas**  
**81245 München (DE)**

(54) **ROTOR FÜR EINE AXIALE STRÖMUNGSMASCHINE MIT EINEM AXIAL AUSGERICHTETEN WUCHTFLANSCH UND VERDICHTER**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor (100) für eine axiale Strömungsmaschine, umfassend wenigstens einen ersten Rotorgrundkörper (101), wobei der erste Rotorgrundkörper (101) einen ersten Verbindungsflansch (119) zum Verbinden des ersten Rotorgrundkörpers (101) mit einem zweiten Rotorgrundkörper (103) aufweist. Der erste Rotorgrundkörper (101)

weist einen axial ausgerichteten Wuchtflansch (201) auf, wobei der erste Verbindungsflansch (119) stoffschlüssig mit dem Wuchtflansch (201) verbunden ist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung einen Verdichter einer Strömungsmaschine mit einem erfindungsgemäßen Rotor (100).



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung einen Verdichter gemäß Anspruch 11.

**[0002]** Rotoren für Strömungsmaschinen müssen vielfältige Anforderungen und Randbedingungen erfüllen. Beispielsweise sollten einzelne Rotorgrundkörper oder Rotorstufen ausgewuchtet werden können, um im Betrieb unwuchtfrei, verschleißarm und wartungsarm betrieben werden zu können. Zu den gängigen Wuchtmöglichkeiten ist beispielsweise eine Montage von einzelnen Wuchtgewichten an Rotorgrundkörpern (oder Rotor-scheiben) zu zählen. Bei diesen konstruktiven Lösungen können sich jedoch Bereiche in Rotortrommeln, also in Rotorinnenbereichen aneinandergereihter Rotorstufen, ausbilden, in denen sich Lagerölansammlungen oder andere Fluide durch deren Fliehkraft im Betrieb des Rotors ansammeln. Diese Lagerölansammlungen können bei einem zwischenzeitlichen Stoppen des Rotors und einem erneuten Starten zu unerwünschten Effekten führen. Zu diesen Effekten ist ein Austreten von Lageröl (beispielsweise aufgrund von Lagerdichtungs-Leckagen) oder Lagerölnebel in den Hauptströmungsbereich von beispielsweise Flugzeugturbinen und ein nachfolgendes ungewolltes bzw. unerwünschtes Weiterleiten in sogenannte Zapflutbereichen für Kabinenluftzugängen zu zählen.

**[0003]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rotor für eine Strömungsmaschine vorzuschlagen, der unter Berücksichtigung der genannten Problematik geeignete Wuchtmöglichkeiten aufweist. Ferner ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Verdichter mit einem erfindungsgemäßen Rotor vorzuschlagen.

**[0004]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Sie wird ferner durch einen Verdichter mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird somit ein Rotor für eine Strömungsmaschine vorgeschlagen, wobei der Rotor wenigstens einen ersten Rotorgrundkörper mit einem ersten Verbindungsflansch zum Verbinden des ersten Rotorgrundkörpers mit einem zweiten Rotorgrundkörper umfasst. Der erste Rotorgrundkörper weist einen axial ausgerichteten Wuchtflansch auf. Der erste Verbindungsflansch ist stoffschlüssig mit dem Wuchtflansch verbunden.

**[0006]** Ein erfindungsgemäßer Verdichter einer Strömungsmaschine weist wenigstens einen erfindungsgemäßen Rotor auf. Der Verdichter kann ein Hochdruckverdichter eines Flugtriebwerks sein.

**[0007]** Vorteilhafte Weiterentwicklungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen und Ausführungsformen.

**[0008]** Erfindungsgemäße beispielhafte Ausführungsformen können eines oder mehrere der im Folgenden genannten Merkmale aufweisen.

**[0009]** In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist die axiale Strömungsmaschine eine axiale Gasturbine, beispielsweise eine Fluggasturbine. Eine axiale Strömungsmaschine kann als Flugtriebwerk bezeichnet werden. Ein Flugtriebwerk kann einen Verdichter mit mehreren Verdichterstufen und eine Turbine mit mehreren Turbinenstufen umfassen. Verdichterstufen und Turbinenstufen können jeweils mehrere Rotorstufen und mehrere Statorstufen aufweisen.

**[0010]** Der Begriff "Rotor", wie er hierin verwendet wird, kann eine oder mehrere Rotorstufen umfassen, die sich im bestimmungsgemäßen Gebrauch der Strömungsmaschine um eine Rotationsachse oder Drehachse der Strömungsmaschine drehen. Ein Rotor oder eine Rotorstufe kann als Laufrad bezeichnet werden oder ein Laufrad umfassen. Ein Rotor oder eine Rotorstufe kann mehrere Laufschaufeln und einen Rotorgrundkörper umfassen. Der Rotorgrundkörper kann als Rotorscheibe oder Rotorring bezeichnet werden oder diesen umfassen.

**[0011]** Ein Rotor kann in eine Strömungsmaschine, insbesondere in eine axiale Gasturbine, eingebaut und montiert werden.

**[0012]** Die Laufschaufeln eines Rotors oder eines Laufrads können formschlüssig mittels einer wieder lösbaren Verbindung oder integral mit dem Rotorgrundkörper verbunden sein. Eine integrale Verbindung ist insbesondere eine materialschlüssige oder stoffschlüssige Verbindung. Eine integrale Verbindung kann mittels eines generatives Herstellungsverfahrens gefertigt werden. Ein Rotorgrundkörper mit integral mit dem Rotorgrundkörper verbundenen Schaufeln kann als integral beschauelter Rotor bezeichnet werden. Ein integral beschauelter Rotor kann ein sogenannter BLISK (Bladed Disk) oder ein BLING (Blade Ring) sein.

**[0013]** Der Rotorgrundkörper kann nach radial innen gerichtete Rotorscheiben und/oder axial ausgerichtete Rotorarme umfassen. Die nach radial innen gerichteten Rotorscheiben können als Verlängerungen oder T-förmige Verlängerungen der Laufschaufeln bezeichnet werden.

**[0014]** Der Rotor kann zum direkten oder indirekten Verbinden mit einer Welle der Strömungsmaschine ausgestaltet oder vorbereitet sein.

**[0015]** Der Begriff "Rotortrommel", wie er hierin verwendet wird, kann Abschnitte von wenigstens zwei axial miteinander verbundenen Rotorgrundkörpern umfassen. Insbesondere Rotorarme können eine radiale oder zylinderförmige Form der Rotortrommel ausbilden. Eine Rotortrommel kann gleichfalls über mehr als zwei Rotorgrundkörper sowie optional über mehrere Rotorarme und Rotorscheiben ausgebildet sein.

**[0016]** Die Begriffe "Rotorinnenraum und Rotoraußenraum", wie sie hierin verwendet werden, können die Räume innerhalb und außerhalb von Rotortrommeln bezeichnen. Der Rotorinnenraum kann somit nach radial außen im Wesentlichen durch einen oder mehrere Rotorarme begrenzt sein. In axialer Richtung kann der Ro-

torinnenraum im Wesentlichen durch Rotorscheiben begrenzt werden. Der Rotoraußenraum kann nach radial innen im Wesentlichen durch einen oder mehrere Rotorarme begrenzt werden. Der Rotoraußenraum umfasst im Wesentlichen den Hauptdurchströmungskanal der Strömungsmaschine. Zwischen einem Rotorarm und dem Hauptdurchströmungskanal können weiterhin beispielsweise Leitrinnenringe, mit oder ohne Einlaufdichtungen, angeordnet sein. Der Rotorinnenraum und/oder der Rotoraußenraum kann mehrere Rotorstufen umfassen.

**[0017]** Axial hintereinander angeordnete Rotorgrundkörper können mittels Rotorarmen und/oder Rotorscheiben miteinander verbunden sein. Die Verbindung ist insbesondere formschlüssig und/oder kraftschlüssig.

**[0018]** Der Begriff "Verbindungsflansch", wie er hierin verwendet wird, kann ein Bauteil zum, insbesondere formschlüssigen und/oder kraftschlüssigen, Verbinden oder Anflanschen eines Rotorgrundkörpers oder einer Rotorstufe an einen weiteren Rotorgrundkörper oder an eine weitere Rotorstufe bedeuten. In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist diese Verbindung des Verbindungsflansches keine Verschraubung zum miteinander verbinden auf. Ein formschlüssiges Verbinden eines Verbindungsflansches mit beispielsweise einem weiteren Verbindungsflansch eines benachbarten oder sich axial anschließenden Rotorgrundkörpers kann ein Ineinanderpassen von radialen und/oder axialen Absätzen der beiden Verbindungsflansche bedeuten. Ein formschlüssiges Verbinden kann eine Passung der beiden Bauteile aufweisen. Eine Passung kann eine Spielpassung, eine Übergangspassung oder eine Presspassung sein. Bei einer Presspassung kann ein zusätzlicher Kraftschluss zu dem Formschluss hinzutreten.

**[0019]** Der Begriff "Wuchtflansch", wie er hierin verwendet wird, kann ein Absatz, ein Steg, eine Verlängerung oder ähnliches sein, um ein Bauteil, insbesondere das Bauteil, an dem der Wuchtflansch fixiert ist oder von dem der Wuchtflansch ein Abschnitt ist, zu wuchten oder auszuwuchten. In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen kann der Wuchtflansch zusätzlich oder ausschließlich zum Wuchten weiterer, insbesondere angrenzender Bauteile, verwendet werden. Insbesondere ist ein Wuchtflansch nicht zum Verbinden mit einem weiteren Bauteil, also nicht zum Anflanschen an ein weiteres Bauteil, vorgesehen oder ausgestaltet.

**[0020]** In gewissen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Wuchtflansch zur Materialentnahme an dem Wuchtflansch zum Wuchten vorgesehen. Eine Materialentnahme kann beispielsweise an einem axialen Endbereich, an einem radiallyseitig äußeren Bereich, an einem radiallyseitig inneren Bereich des Wuchtflansches vorgenommen werden.

**[0021]** In manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Wuchtflansch zur Materialaufnahme zum Wuchten vorgesehen. Eine Materialaufnahme kann ein punktförmiges oder bereichsförmiges Auftragen, beispielsweise ein materialschlüssiges Auftragen mittels

Schweißen, Löten oder Kleben, bedeuten.

**[0022]** In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Wuchtflansch zur Materialentnahme und zur Materialaufnahme zum Wuchten vorgesehen.

**[0023]** In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der erste Verbindungsflansch integral mit dem Wuchtflansch verbunden. Eine integrale Verbindung kann eine einstückige Verbindung sein. Eine einstückige Verbindung kann beispielsweise mittels eines Gußverfahrens oder mittels eines generatives Fertigungsverfahren hergestellt sein.

**[0024]** In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist eine radial innere Kontur des ersten Rotorgrundkörpers im Bereich des ersten Verbindungsflansches und des Wuchtflansches zum, insbesondere fliehkraftbedingten, also in einem Betriebszustand mit einer Drehbewegung des Rotors, Abfließen von Fluiden in einen radial außen angeordneten Rotoraußenraum ausgestaltet. Das Fluid kann ebenso im Stillstand, insbesondere nach dem Abstellen des Rotors oder der Turbine, aus dem Rotorinnenraum nach außen fließen. Dies kann bei einem erneuten oder darauffolgenden Starten des Rotors im Fall einer Flugzeugturbine zu einem Ölgeruch in der Kabine des Flugzeugs führen. Austretendes Öl kann unmittelbar nach einem Startvorgang über Abschleuderbohrungen ausgeblasen werden. Die Ausgestaltung der Kontur weist insbesondere keine Kavitäten und Staubereiche zur Aufnahme von Fluid auf. Die radial innere Kontur des ersten Rotorgrundkörpers kann als Begrenzung oder Umrandung einer Rotortrommel (Definition siehe weiter oben) bezeichnet werden. Ein fliehkraftbedingtes Abfließen von Fluiden, insbesondere von Lagerölen von stromauf und/oder stromab der Rotorstufen angeordneten Rotorlagern in den Rotoraußenraum, kann mittels radialer Bohrungen oder Öffnungen in der Rotortrommel erfolgen. Die radiale Bohrung (oder mehrere radiale Bohrungen) kann an einem größtmöglichen Radius oder maximalen Radius innerhalb der Rotortrommel angeordnet sein. Dies kann ein vollständiges oder weitgehend vollständiges Abfließen von Fluiden aus dem Rotorinnenraum in den Rotoraußenraum ermöglichen. Insbesondere weist die radial innere Kontur des ersten Rotorgrundkörpers im Bereich des ersten Verbindungsflansches und des Wuchtflansches keine Kavitäten auf, in denen sich das Fluid fliehkraftbedingt sammeln oder anstauen kann. Mit anderen Worten ist die radial innere Kontur des ersten Rotorgrundkörpers im Bereich des ersten Verbindungsflansches und des Wuchtflansches barrierefrei und strömungsoptimiert ausgestaltet.

**[0025]** In gewissen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der axial angeordnete Wuchtflansch radial innenseitig von dem ersten Verbindungsflansch angeordnet. In anderen Ausführungsformen kann der axial angeordnete Wuchtflansch radial außenseitig von dem ersten Verbindungsflansch angeordnet sein.

**[0026]** In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist der Wuchtflansch wenigstens einen Bereich zur Materialentnahme zum Wuchten des Rotors

auf. Der Bereich zur Materialentnahme kann an einem axialen Endbereich, an einem radialen inneren und/oder äußeren Bereich des Wuchtflansches sein. Der Bereich zur Materialentnahme kann sich über den gesamten Umfang des Wuchtflansches erstrecken oder nur einzelne Bereiche über dem Umfang betreffen. Beispielsweise können bereichsweise kleinere oder größere Bereiche spanend (z. B. mittels Fräsen) abgetragen werden. Es kann beispielsweise der Wuchtflansch axial endseitig, über dem gesamten Umfang oder nur in einzelnen Umfangssegmenten, verkürzt und abgetragen werden, und/oder weitere Bereiche an der radial inneren und/oder äußeren Seite zum Wuchten abgetragen werden. Insbesondere weisen die abgetragenen Bereiche auf der radial inneren Seite des Wuchtflansches keine Kavitäten auf, die einen möglichen Abfluss von Fluiden aus dem Rotorinnenraum behindern könnten. Die Umfangssegmente zum Materialabtrag können sich beispielsweise über 5 Grad, 10 Grad, 20 Grad oder andere Winkelbereiche erstrecken.

**[0027]** In manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist im montierten Zustand des ersten mit dem zweiten Rotorgrundkörper zwischen dem Wuchtflansch und dem zweiten Rotorgrundkörper ein radialer Spalt angeordnet. Der radiale Spalt kann ein Wuchten mittels Materialabtrag an dem Wuchtflansch vereinfachen. Weiterhin kann der radiale Spalt ein formschlüssiges und/oder kraftschlüssiges Verbinden des ersten Verbindungsflansches mit einem zweiten Verbindungsflansch des zweiten Rotorgrundkörpers vereinfachen.

**[0028]** In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind der Wuchtflansch und der erste Verbindungsflansch aus einem Material hergestellt.

**[0029]** In gewissen erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind der erste Rotorgrundkörper, der Wuchtflansch und der erste Verbindungsflansch integral miteinander verbunden sind.

**[0030]** In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist der erste Rotorgrundkörper keine Wuchtgewichte und/oder Schraubendurchlässe zum Fixieren von Wuchtgewichten auf. Insbesondere weist der erste Rotorgrundkörper im Bereich des ersten Verbindungsflansches keine nach radial innen ausgerichtete Absätze oder Flansche zum Fixieren von Wuchtgewichten auf.

**[0031]** In manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind der erste Rotorgrundkörper, der Wuchtflansch und der erste Verbindungsflansch aus einem Material hergestellt. Eine aus einem Material hergestellte Einheit aus erstem Rotorgrundkörper, Wuchtflansch und erstem Verbindungsflansch kann als einstückig bezeichnet werden.

**[0032]** Manche oder alle erfindungsgemäßen Ausführungsformen können einen, mehrere oder alle der oben und/oder im Folgenden genannten Vorteile aufweisen.

**[0033]** Mittels des erfindungsgemäßen Rotors können Ölsammlungen, beispielsweise Lagerölsammlungen, im Rotorinnenraum, also innerhalb der Rotortrommel, vorteilhaft vermieden oder zumindest verringert

werden. Insbesondere ermöglicht es die Anordnung des Wuchtflansches, nur noch kleine oder überhaupt keine Kavitäten, in denen sich Öl ansammeln kann, in der Rotortrommel entstehen zu lassen. Dadurch kann die Möglichkeit, dass sich Kontaminationen von Kabinenluft durch Lageröl, bei einer Anwendung des Rotors in einem Flugtriebwerk, zumindest verringert werden.

**[0034]** Weiterhin können mittels des erfindungsgemäßen Rotors aufgrund des Vermeidens von Ölsammlungen innerhalb der Rotortrommel im Rotorinnenraum vorteilhaft Öl-Verkokungen verhindert oder zumindest verringert werden. Verkokungsrückstände könnten einen negativen Einfluss beispielsweise auf eine Unwucht des Rotors ausüben.

**[0035]** Der Wuchtflansch kann vorteilhaft als Einzelteil ausgewuchtet werden. Dieses Wuchten kann als Einzelteilwuchten bezeichnet werden. Ein Einzelteilwuchten ermöglicht ein Wuchten bei gleichwertigem Potential gegenüber alternativen Lösungen nach dem Stand der Technik, in dem Einzelwuchtgewichte verwendet werden können, die als Zusatzteile angeschraubt, angeflanscht oder mittels Presspassungen aufgeschraubt werden.

**[0036]** Mittels des erfindungsgemäßen Rotors und dem axial ausgerichteten Wuchtflansch kann eine Flansch-Kavität gegenüber Verbindungsflanschen mit separaten Wuchtgewichten vorteilhaft auf Null oder auf annähernd Null reduziert werden.

**[0037]** Der erfindungsgemäße Rotor kann in Turbinen und/ oder Verdichtern eingesetzt werden. Durch die Bauform eines ersten Rotorgrundkörpers mit integralem Wuchtflansch kann der Bauraum und das Gewicht des Rotors und damit der Strömungsmaschine vorteilhaft optimiert werden. Dadurch können sich wirtschaftliche Vorteile ergeben, beispielsweise durch einen geringeren Kerosinverbrauch und/ oder eine kompakte Bauform.

**[0038]** Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen, in welcher identische Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Bauteile bezeichnen, exemplarisch erläutert. In den jeweils schematisch vereinfachten Figuren gilt:

**Fig. 1** zeigt einen Rotor nach dem Stand der Technik mit einem ersten Rotorgrundkörper, einem angeflanschten zweiten Rotorgrundkörper, angeschraubte Wuchtgewichte sowie ein Leitrad in Längsschnittdarstellung; und

**Fig. 2** zeigt einen Detailausschnitt eines erfindungsgemäßen Rotors mit einem Verbindungsflansch zum Verbinden eines ersten Rotorgrundkörpers mit einem zweiten Rotorgrundkörper, sowie einen axial ausgerichteten Wuchtflansch.

**[0039]** **Fig. 1** zeigt einen Rotor 100 nach dem Stand der Technik mit einem ersten Rotorgrundkörper 101, einem angeflanschten zweiten Rotorgrundkörper 103, angeordnete Wuchtgewichte 105 an dem ersten Rotor-

grundkörper 101 sowie ein Leitrad 107 in Längsschnitt-darstellung.

**[0040]** Der Rotor 100 wird in Axialrichtung a in der Hauptdurchströmungsrichtung 109 durchströmt. An dem ersten Rotorgrundkörper 101 sind mehrere über dem Umfang u angeordnete Laufschaufeln 111 fixiert. Stromab (in Axialrichtung a) des ersten Rotorgrundkörpers 101 und der Laufschaufeln 111 ist das Leitrad 107 angeordnet, das statisch mit dem Gehäuse der Strömungsmaschine (in Fig. 1 nicht dargestellt) verbunden ist. Radial innen an den über dem Umfang u angeordneten Laufschaufeln 113 des Leitrads 107 ist ein Innenring 115 angeordnet. Weiter stromab nach dem Leitrad 107 sind die mit dem zweiten Rotorgrundkörper 103 verbundenen Laufschaufeln 117 dargestellt.

**[0041]** Der erste Rotorgrundkörper 101 weist einen Verbindungsflansch 119 und einen (oder mehrere über dem Umfang u verteilte) Befestigungsflansch 121 zum Befestigen von Wuchtgewichten 105 auf. Der Verbindungsflansch 119 verbindet den ersten Rotorgrundkörper 101 mit dem zweiten Rotorgrundkörper 103. Der zweite Rotorgrundkörper 103 weist einen Rotorarm 123 auf, an dessen axialen, stromauf gelegenen Ende ein weiterer Verbindungsflansch 125 angeordnet ist. Die beiden Verbindungsflansche 119, 125 sind formschlüssig (der Verbindungsflansch 125 umschließt oder umfasst den Verbindungsflansch 119 axial- und radiallyseitig) und kraftschlüssig (die erste Rotorstufe mit dem ersten Rotorgrundkörper 101 und den Laufschaufeln 111 wird axial mit der zweiten Rotorstufe mit dem zweiten Rotorgrundkörper 103 und den Laufschaufeln 117 verspannt) miteinander verbunden.

**[0042]** Weiterhin weist der Rotorarm 123 wenigstens eine radiale Bohrung 127 auf. Über dem Umfang des Rotorarms 123 können weitere radiale Bohrungen angeordnet sein. Mittels dieser radialen Bohrung 127 sollen Fluide, beispielsweise Lageröle aus axial stromauf und/oder stromab angeordneten Rotorlagern, aus dem Rotortrommelraum 129, der auch als Rotorinnenraum bezeichnet werden kann, in den Rotoraußenraum 131 transportiert werden. Bei einem sich drehenden Rotor 100 werden diese Fluide fliehkraftbedingt durch die Bohrung 127 nach außen geschleudert. Aus dem Rotoraußenraum 131 können die Fluide mit der Hauptdurchströmung weitertransportiert werden. Die radiale Bohrung 127 kann als Ölabschleuderbohrung bezeichnet werden.

**[0043]** In der Ausführungsform nach dem Stand der Technik in Fig. 1 kann sich jedoch Lageröl in sogenannten radialen Kavitäten 133 im Bereich des Befestigungsflansches 121 ansammeln. Dieses angesammelte Lageröl kann bei einem Anhalten oder Stillstand des Rotors 100 in den Rotoraußenraum 129 und/oder in Gehäusekavitäten tropfen oder abfließen. Bei einem erneuten bzw. anschließendem Start des Turbinentriebwerks wird dann dieses Lageröl unmittelbar durch die Strömung in den Hauptdurchströmungskanal gesaugt. Da jedoch in dieser Startphase des Rotors 100 die Hauptdurchströmung zunächst noch niedrig ist, könnte das Lageröl oder

zumindest Teile des Lageröls bei einer Anwendung der Strömungsmaschine als Flugtriebwerk in die sogenannte Zapfluft gelangen, die durch radiale Öffnungen im Gehäuse in die Kabinenluft gelangen könnte. Dadurch könnte ein Ölgeruch in der Kabinenluft auftreten, der weitere Folgen nach sich ziehen könnte und unbedingt zu vermeiden ist.

**[0044]** Ein konstruktives Vermeiden derartiger Kavitäten 133 wird in Fig. 2 durch den erfindungsgemäßen Rotor 100 dargestellt und beschrieben.

**[0045]** Fig. 2 zeigt einen Detailausschnitt eines erfindungsgemäßen Rotors 100 mit einem Verbindungsflansch 119 zum Verbinden eines ersten Rotorgrundkörpers 101 mit einem weiteren Verbindungsflansch 125 eines zweiten Rotorgrundkörpers 103, sowie einen axial ausgerichteten Wuchtflansch 201.

**[0046]** Der erste Rotorgrundkörper 101 weist im Vergleich zur Fig. 1 (Stand der Technik) keinen Befestigungsflansch mit Wuchtgewichten auf. Das Wuchten des ersten Rotorgrundkörpers 101, und gegebenenfalls der gesamten ersten Rotorstufe und weiterer benachbarter Bauteile des Rotors 100, erfolgt dagegen in dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform mittels dem axial ausgerichteten Wuchtflansch 201. Mittels der axialen Ausrichtung des Wuchtflansches 201 kann eine, oder mehrere, radiale Kavität, wie sie in Fig. 1 beschrieben wurde, vermieden werden. Dadurch können die genannten Effekte, wie sie zur Fig. 1 beschrieben wurden (Ansammeln von Lageröl in den Kavitäten und einem möglichen nachfolgenden Einleiten von Teilen dieses Lageröls oder zumindest von Lagerölnebel in die Kabinenluft von Flugzeugen) vorteilhaft verhindert werden. Trotzdem kann das Wuchten in diesem Verbindungsbereich der beiden Verbindungsflansche 119, 125 durch den axial ausgerichteten Wuchtflansch 201 erfolgen.

**[0047]** Das Wuchten mittels des Wuchtflansches 201 kann durch einen Materialabtrag am axialen Ende (in Fig. 2 am rechten Ende) des Wuchtflansches 201 erfolgen. Mit geeigneten und bekannten Verfahren kann die notwendige Stelle oder Position zum Wuchten analysiert und lokalisiert werden. Anschließend kann an den entsprechenden Stellen, beispielsweise an ausgewählten Winkelpositionen über dem Umfang des Wuchtflansches 201 ein Materialabtrag und damit ein Auswuchten des Bauteils (des ersten Rotorgrundkörpers 101 oder der ersten Rotorstufe insgesamt) erfolgen.

**[0048]** Der radiale Spalt 203 ist für einen Abfluss von Fluiden aus dem Rotorinnenraum (siehe Fig. 1) unproblematisch, da ein Fluid, beispielsweise Lageröl, problemlos zu einer radialen Öffnung abfließen kann, ohne in einer Kavität blockiert oder gesammelt zu werden. Weiterhin kann der radiale Spalt 203 die formschlüssige und/oder kraftschlüssige Verbindung der beiden Verbindungsflansche 119, 125 vereinfachen.

**[0049]** Der erste Rotorgrundkörper 101 ist in einer integralen Bauweise zusammen mit dem ersten Verbindungsflansch 119 und dem axialen Wuchtflansch 201 ausgeführt. Eine integrale Bauweise bedeutet eine stoff-

schlüssige Verbindung dieser Bauteile, die insbesondere mittels dem gleichen Material ausgeführt sind. Bei einem generativen Verfahren als Fertigungsoption können gleichfalls unterschiedliche Materialien zur Herstellung eines integralen Bauteile verwendet werden. Dies kann vorteilhaft sein, um beispielsweise ein optimiertes Material zum Materialabtrag des Wuchtflansches 201 zu verwenden.

**[0050]** Die Trennungslinie 205 kann einen maximal möglichen axialen Materialabtrag des Wuchtflansches 201 anzeigen. Dies kann beispielsweise zur Stabilität und Bauteilintegrität des ersten Rotorgrundkörpers 101 notwendig sein.

**[0051]** Ein Materialabtrag am Wuchtflansch 201 kann beispielsweise mittels spanenden Abtrags, z. B. durch Fräsen oder Bohren, erfolgen.

### Bezugszeichenliste

#### [0052]

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| a   | axial; Axialrichtung             |
| r   | Radial; Radialrichtung           |
| u   | Umfangsrichtung                  |
| 100 | Rotor                            |
| 101 | erster Rotorgrundkörper          |
| 103 | zweiter Rotorgrundkörper         |
| 105 | Wuchtgewicht                     |
| 107 | Leitrad                          |
| 109 | Hauptdurchströmungsrichtung      |
| 111 | Laufschaufel                     |
| 113 | Leitschaufel                     |
| 115 | Leitschaufel                     |
| 117 | Innenring                        |
| 119 | Verbindungsflansch               |
| 121 | Befestigungsflansch              |
| 123 | Rotorarm                         |
| 125 | weiterer Verbindungsflansch      |
| 127 | radiale Bohrung                  |
| 129 | Rotortrommelraum; Rotorinnenraum |
| 131 | Rotoraußenraum                   |
| 133 | radiale Kavitäten                |
| 200 | erfindungsgemäßer Rotor          |
| 201 | Wuchtflansch                     |
| 203 | radialer Spalt                   |
| 205 | Trennungslinie                   |

### Patentansprüche

1. Rotor (100) für eine axiale Strömungsmaschine, umfassend wenigstens einen ersten Rotorgrundkörper (101), wobei der erste Rotorgrundkörper (101) einen ersten Verbindungsflansch (119) zum Verbinden des ersten Rotorgrundkörpers (101) mit einem zweiten Rotorgrundkörper (103) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Rotorgrundkörper (101) einen axial ausge-

richteten Wuchtflansch (201) aufweist, wobei der erste Verbindungsflansch (119) stoffschlüssig mit dem Wuchtflansch (201) verbunden ist.

2. Rotor (100) nach Anspruch 1, wobei eine radial innere Kontur des ersten Rotorgrundkörpers (101) im Bereich des ersten Verbindungsflansches (119) und des Wuchtflansches (201) zum, insbesondere fließkraftbedingten, Abfließen von Fluiden in einen radial außen angeordneten Rotoraußenraum (131) ausgestaltet ist, wobei die Ausgestaltung insbesondere keine Kavitäten (133) und Staubereiche zur Aufnahme von Fluid aufweist.
3. Rotor (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Wuchtflansch (201) radial innenseitig von dem ersten Verbindungsflansch (119) angeordnet ist.
4. Rotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Wuchtflansch (201) wenigstens einen Bereich zur Materialentnahme zum Wuchten aufweist.
5. Rotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei der Bereich zur Materialentnahme am axialen Endbereich des Wuchtflansches (201) angeordnet ist.
6. Rotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei im montierten Zustand des ersten (101) mit dem zweiten (103) Rotorgrundkörpers zwischen dem Wuchtflansch (201) und dem zweiten Rotorgrundkörper (103) ein radialer Spalt angeordnet ist.
7. Rotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Wuchtflansch (201) und der erste Verbindungsflansch (101) aus einem Material hergestellt sind.
8. Rotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der erste Rotorgrundkörper (101), der Wuchtflansch (201) und der erste Verbindungsflansch (119) integral miteinander verbunden sind.
9. Rotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der erste Rotorgrundkörper (101) keine Wuchtgewichte (105) und/oder Schraubendurchlässe zum Fixieren von Wuchtgewichten (105) aufweist.
10. Rotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der erste Rotorgrundkörper (101), der Wuchtflansch (201) und der erste Verbindungsflansch (119) aus einem Material hergestellt sind.
11. Verdichter einer axialen Strömungsmaschine, wobei der Verdichter wenigstens einen Rotor (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.

12. Verdichter nach Anspruch 11, wobei der Verdichter ein Hochdruckverdichter eines Flugtriebwerks ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

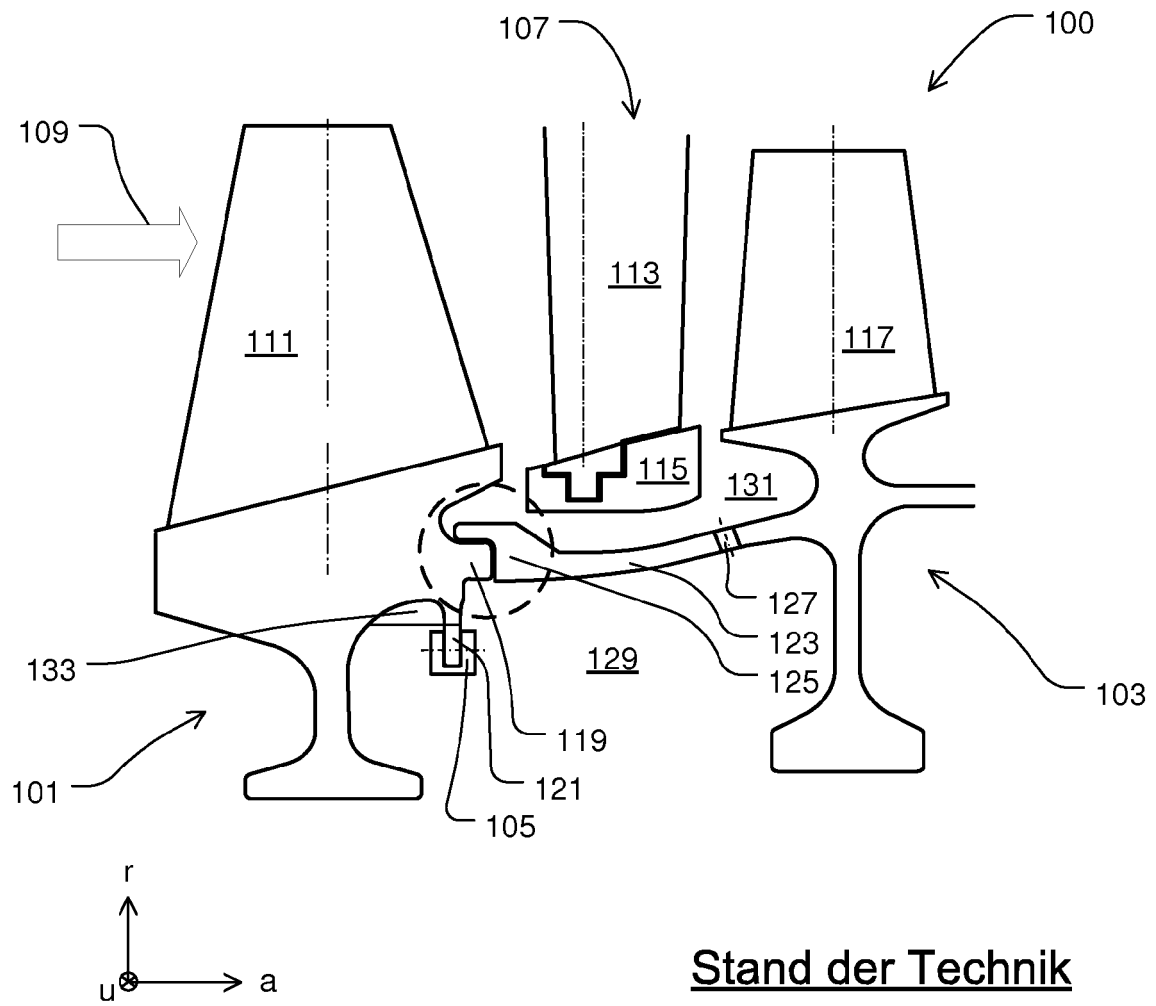


Fig. 1

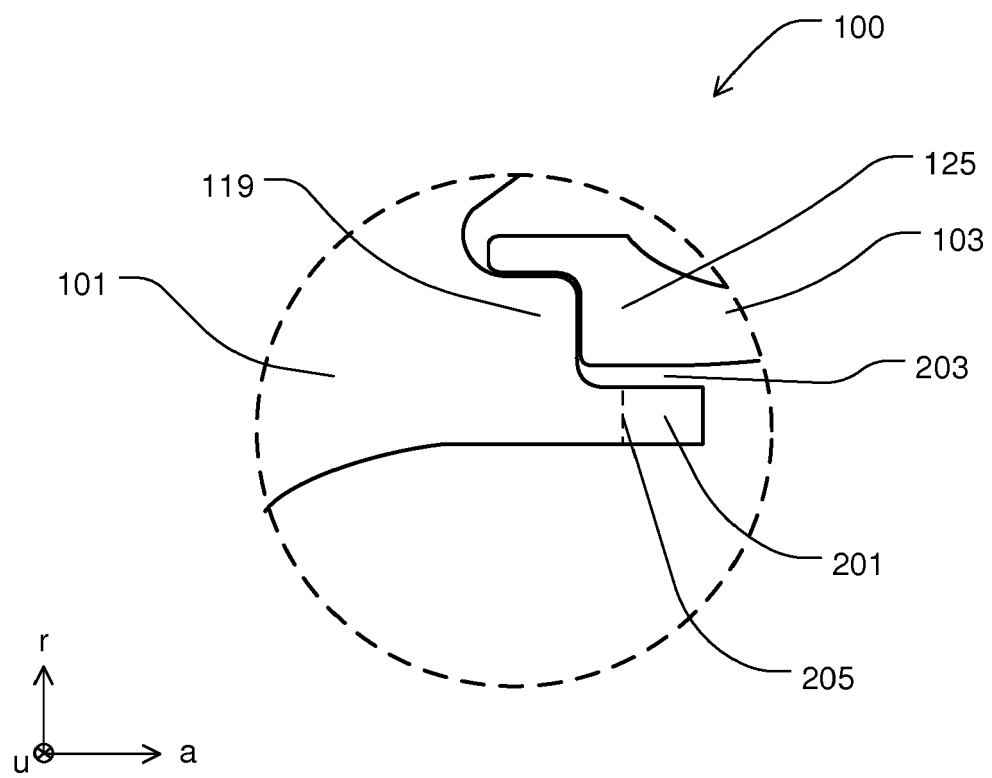


Fig. 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 15 1268

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                          | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 5 628 621 A (TOBORG STEVEN M [US])<br>13. Mai 1997 (1997-05-13)                                                           | 1,3-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | INV.<br>F01D5/02                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 7; Abbildungen 1, 2, 4, 5 *<br>* Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 34; Anspruch 10 *                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ADD.<br>F01D11/00                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 4 848 182 A (NOVOTNY RUDOLPH J [US])<br>18. Juli 1989 (1989-07-18)<br>* Abbildung 1 *                            | 1-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>DE 10 2004 037608 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE])<br>16. März 2006 (2006-03-16)<br>* Absatz [0024]; Abbildung 1 * | 1-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -----                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F01D                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              | Abschlußdatum der Recherche<br><b>17. Juni 2016</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              | Prüfer<br><b>Georgi, Jan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                              | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 15 1268

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.

17-06-2016

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | US 5628621 A                                       | 13-05-1997                    | KEINE                             |                               |
|    | -----                                              |                               |                                   |                               |
| 15 | US 4848182 A                                       | 18-07-1989                    | KEINE                             |                               |
|    | -----                                              |                               |                                   |                               |
|    | DE 102004037608 A1                                 | 16-03-2006                    | KEINE                             |                               |
|    | -----                                              |                               |                                   |                               |
| 20 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 25 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 30 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 35 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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