



(11)

EP 4 180 635 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2023 Patentblatt 2023/20

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 9/04 ^(2006.01) **F01D 17/16** ^(2006.01)
F04D 29/56 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22206204.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F01D 9/042; F04D 29/563;
F05D 2250/90; F05D 2260/30

(22) Anmeldetag: **08.11.2022**

(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:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 12.11.2021 DE 102021129534

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

(72) Erfinder:

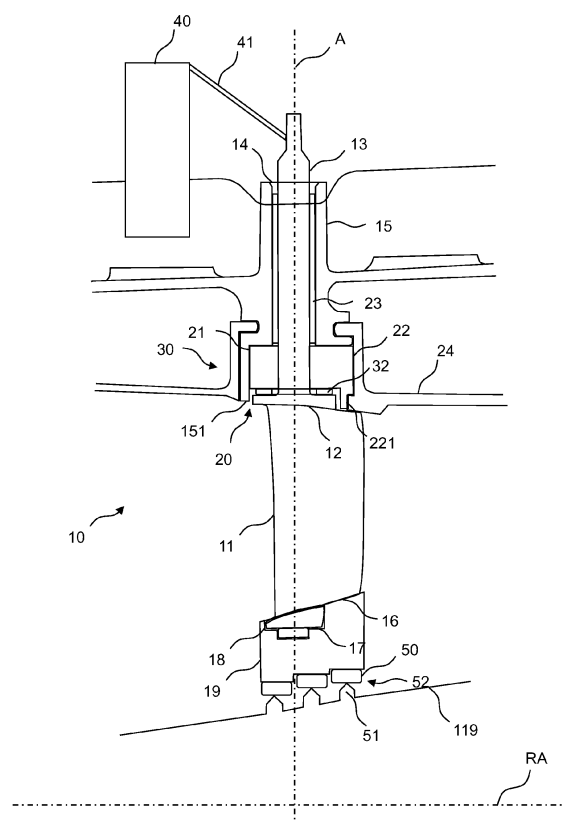
- **Rohling, Markus**
80995 München (DE)
- **Rauschmeier, Alexander**
80995 München (DE)
- **Rösele, Gerhard-Heinz**
80995 München (DE)

(54) VERSTELLLEITSCHAUFELANORDNUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE UND VERFAHREN ZUR MONTAGE EINER VERSTELLLEITSCHAUFELANORDNUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Leitschaukelanordnung (10) sowie ein Verfahren zur Montage einer Leitschaukelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaukeln (11), deren Leitschaukelplattform (12) einen in einer Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15) der Strömungsmaschine gelagerten Leitschaukelzapfen (13) aufweist, wobei ein Leitschaukelkopf (16) der Leitschaukel (11) einen Lagerzapfen aufweist, der an einem an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine angeordneten Innenring (19) gelagert ist. Zwischen dem Gehäuse (15) und der Leitschaukelplattform (12) ist ein Montageraum (20) ausgebildet, in welchem eine Abstützeinrichtung (30) angeordnet ist, welche die Leitschaukel (11) gegen das Gehäuse (15) abstützt.

Bei dem Verfahren wird ein an einer Leitschaufelplattform (12) einer Leitschaufel (11) angeordneter Leitschaufelzapfen (13) in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15) geführt und ein Innenring (19) an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine bereitgestellt, wobei die Leitschaufelplattform (12) mit dem Gehäuse einen Montageraum (20) ausbildet. Eine Abstützeinrichtung (30) wird in dem Montageraum (20) angeordnet, so dass die Leitschaufel (11) gegen das Gehäuse (15) abgestützt wird, und die Abstützeinrichtung (30) wird arretiert.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaufeln, deren Leitschaufelplattform einen Leitschaufelzapfen aufweist, welcher in einer Aufnahmeöffnung eines Gehäuses der Strömungsmaschine gelagert ist, und ein Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung.

[0002] Eine Strömungsmaschine umfasst einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine, die in Strömungsrichtung in Reihe angeordnet sind. Luft tritt in die Strömungsmaschine ein und wird im Verdichter unter Druck gesetzt. Die Druckluft wird dann in der Brennkammer mit Brennstoff vermischt. Heiße Verbrennungsgase werden erzeugt, wenn das Gemisch aus Druckluft und Brennstoff anschließend in der Brennkammer verbrannt wird. Die heißen Verbrennungsgase strömen stromabwärts zur Turbine, die den Verbrennungsgasen Energie entzieht, um den Verdichter anzutreiben.

[0003] Sowohl der Verdichter als auch die Turbine einer Strömungsmaschine umfassen üblicherweise mehrere Stufen, wobei jede Stufe eine Reihe stationärer Leitschaufeln und eine Reihe rotierender Laufschaufeln aufweist. Die stationären Leitschaufeln lenken den Gasstrom dabei so, dass er die rotierenden Laufschaufeln in einem vorgesehenen Winkel anströmt. Zum Anpassen des Anströmwinkels können die Leitschaufeln um ihre Längsachse verstellbar ausgeführt sein. Solche Leitschaufeln sind typischerweise an ihrem radial inneren Ende an einem stationären Innenring gelagert, wodurch eine Speichenzentrierung der Anordnung hergestellt wird. Hierdurch entsteht ein Freiheitsgrad des Innenringes relativ zu dem Rotor der Strömungsmaschine, wodurch ein notwendiges Spiel zwischen diesen Komponenten der Strömungsmaschine entsteht. Die radial äußeren Enden der verstellbaren Leitschaufeln sind dabei üblicherweise um ihre insbesondere radial ausgerichtete Längsachse drehbar am Gehäuse der Strömungsmaschine gelagert. Da am Innenring typischerweise mehrere Komponenten in einem engen Bauraum verbaut sind, sind mitunter aufwendige Innenringkonstruktionen erforderlich, welche die Stabilität bzw. Eigensteifigkeit des Innenrings und damit auch eine Kontinuität eines Dichtspalts der Strömungsmaschine beeinträchtigen.

[0004] Hiervon ausgehend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine und eine verbesserte Strömungsmaschine bereitzustellen. Ferner soll ein verbessertes Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung und zur Montage einer Strömungsanordnung einer Strömungsmaschine zur Verfügung gestellt werden. Dies wird erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche erreicht. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine mit mehreren verstellbaren Leitschaufeln vorgeschlagen. Die Leitschaufelplattform einer Leitschaufel weist einen Leitschaufelzapfen auf, welcher in einer, insbesondere radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordneten Aufnahmeöffnung eines Gehäuses der Strömungsmaschine gelagert ist. Ein Leitschaufelkopf der Leitschaufel weist einen Lagerzapfen auf, der an einem Innenring gelagert ist, welcher an einem Rotor der Strömungsmaschine angeordnet ist. Eine Abstützeinrichtung ist in einem zwischen dem Gehäuse und der Leitschaufelplattform ausgebildeten Montageraum angeordnet, welche die Leitschaufel gegen das Gehäuse abstützt.

[0006] Durch die Abstützeinrichtung wird eine Relativbewegung der Leitschaufeln zu dem Gehäuse, insbesondere in einer Längsrichtung der Leitschaufel, und insbesondere von mehreren Leitschaufeln zueinander, reduziert, insbesondere verhindert. Somit kann eine durch eine Relativbewegung der Leitschaufel(n) hervorgerufene Belastung des Innenrings verringert werden, wodurch einerseits ein vereinfachter Aufbau des Innenrings ermöglicht und andererseits die Montage der Leitschaufelanordnung durch eine vereinfachte Bauweise des Innenrings erleichtert wird.

[0007] Eine Strömungsmaschine weist ein axial durchströmbares Gehäuse (Stator) auf, an dem mehrere Leitschaufeln, insbesondere eine Vielzahl von in Umfangsrichtung benachbart angeordneten Leitschaufeln radial zu einer Drehachse der Strömungsmaschine insbesondere speichenzentriert angeordnet sind. Bei einer Ausführungsform der Erfindung kann das Gehäuse auch insbesondere umlaufend einstückig ausgeführt sein, wodurch eine gleichmäßigere Thermaldehnung des Gehäuses, und so ein verbessertes Spaltverhalten zwischen Rotor und Stator ermöglicht wird.

[0008] Jede Leitschaufel kann über eine Lagerbuchse in der Aufnahmeöffnung des Gehäuses drehbar gelagert sein. Zur Verstellung kann die Leitschaufel insbesondere an einem gehäuseaußenseitig angeordneten Ende des Leitschaufelzapfens mit einem Verstellmechanismus und insbesondere einem Verstellhebel verbunden sein. Mittels des Verstellmechanismus kann die Leitschaufel, insbesondere in einem vorbestimmten Winkel, um ihre Verstellachse drehbar sein.

[0009] Die sich insbesondere radial zu einer Drehachse der Strömungsmaschine erstreckende Leitschaufel weist an ihrer dem Rotor der Strömungsmaschine zugewandten Seite den Leitschaufelkopf auf, welcher am Innenring gelagert ist. Der Leitschaufelkopf weist hierzu einen Lagerzapfen auf, der von einem insbesondere umfangsseitig am Innenring angeordneten Lagersitz aufgenommen und in diesem drehbar gehalten ist. Der Innenring ist eingerichtet, den Rotor koaxial zu umgeben und eingerichtet, die Leitschaufeln der Leitschaufelanordnung miteinander zu verbinden, um die Leitschaufelanordnung zu stabilisieren und ein geeignetes Schwingungsverhalten der Leitschaufelanordnung herzustellen. Am Innenring ist eine Dichtungseinrichtung angeordnet, welche zum Abdichten eines Dichtspalts dient, der zwischen dem Innenring und den gegenüberliegend am Rotor angeordneten Umfangsflächen gebildet ist. Hierbei kann der Innenring an seiner dem Rotor zugewandten radialen Innenfläche beispielsweise einen radial äußeren Teil einer Labyrinthdichtung aufweisen, der mit einem zweiten an der gegenüberliegenden radialen Außenfläche des Rotors an-

geordneten radial inneren Teil eine Labyrinthdichtung ausbildet.

[0010] Die vorgeschlagene Lösung beruht unter anderem auf der Idee, eine Leitschaufel an ihrem gehäuseseitigen Ende so abzustützen, dass die Leitschaufelanordnung eine höhere Stabilität aufweisen kann, um den Aufbau des Innenrings einfacher zu gestalten. Es wird hierzu vorgeschlagen, einen insbesondere bei der Montage der Leitschaufel ausgebildeten Montageraum zum Abstützen der Leitschaufel zu nutzen.

[0011] Dieser Montageraum ist insbesondere im Wesentlichen im Gehäuse der Strömungsmaschine ausgebildet und kann wenigstens teilweise offen bzw. durch die Leitschaufelplattform begrenzt sein. Dabei kann die Leitschaufelplattform insbesondere im Wesentlichen vollständig innerhalb des Montageraums angeordnet sein, oder zumindest teilweise aus diesem heraus ragen. Der Montageraum kann dabei wenigstens einen insbesondere entlang der radialen Innenseite des Gehäuses verlaufenden und/ oder segmentiert ausgebildeten Vorsprung oder Wandung aufweisen, welcher zum Anordnen der Leitschaufeln und/ oder zum Anordnen oder Befestigen der Abstützeinrichtung dient. Die Abstützeinrichtung kann dabei ausgebildet sein, den Montageraum, insbesondere radial zur Strömungsmaschine, wenigstens bereichs- oder abschnittsweise im Wesentlichen vollständig auszufüllen, um eine Abstützung der Leitschaufel zu ermöglichen. Insbesondere ist die Abstützeinrichtung eingerichtet, den Leitschaufelzapfen, insbesondere axial, wenigstens teilweise zu umgreifen, um die Leitschaufel insbesondere auch in axialer Richtung des Leitschaufelzapfens abzustützen. Auf diese Weise wird die Leitschaufel insbesondere im Wesentlichen spielfrei gegenüber dem Gehäuse abgestützt. Dabei ist die Abstützeinrichtung insbesondere auch eingerichtet, radial zum Leitschaufelzapfen wenigstens teilweise am Gehäuse anzuliegen, um eine Kräfteinleitung in radialer Richtung des Leitschaufelzapfens über die Abstützeinrichtung in das Gehäuse zu ermöglichen.

[0012] Bei einigen Ausführungsformen ist zwischen der im Gehäuse ausgebildeten Aufnahmeöffnung und dem Leitschaufelzapfen eine Lagerbuchse angeordnet, welche den Leitschaufelzapfen insbesondere um eine Achse des Leitschaufelzapfens drehbar lagert und so eine Verstellbarkeit der Leitschaufel ermöglicht. Zudem kann zwischen der Leitschaufelplattform und der Abstützeinrichtung auch eine in axialer Richtung wirkende Gleitbuchse angeordnet sein, welche eingerichtet ist, eine Drehbewegung der Leitschaufel, insbesondere der Leitschaufelplattform, gegenüber der Abstützeinrichtung zu ermöglichen.

[0013] Die vorgeschlagene Leitschaufelanordnung ermöglicht es bei der Montage der Leitschaufeln an dem Innenring einen durch den Montageraum am Gehäuse geschaffenen Freiheitsgrad zu nutzen, wodurch die Bereitstellung und Zugänglichkeit von Bauteilen insbesondere der Leitschaufelanordnung verbessert wird. Hierdurch kann auch der Innenring vereinfacht aufgebaut und montiert werden. Darüber hinaus ermöglicht die vorgeschlagene Leitschaufelanordnung und deren vereinfachte Montage eine Ausführung des Gehäuses und/ oder des Innenrings der Strömungsmaschine als ungeteilte Bauteile. Durch den zusätzlichen Wegfall von Verbindungskomponenten für das Gehäuse bzw. den Innenring wird ferner eine Gewichtsreduktion und ein grundsätzlich kostengünstigerer Aufbau der Strömungsmaschine ermöglicht. Darüber hinaus kann durch die vorgeschlagene Struktur, welche eine Abstützeinrichtung in dem Montageraum bzw. zwischen der Leitschaufel und dem Gehäuse vorsieht, welche insbesondere um ein der Leitschaufelplattform zugewandtes Ende eines Leitschaufelzapfens angeordnet ist, die Schwingungsresistenz der Leitschaufel(n) und somit auch der Leitschaufelanordnung verbessert werden.

[0014] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist der Innenring einstückig bzw. einteilig oder segmentiert ausgebildet. Ein einstückiger bzw. einteiliger Innenring im Sinne der Offenbarung ist als ein den Rotor vollständig umgreifender Ring ausgebildet, der axial um den Rotor der Strömungsmaschine aufschiebbar bzw. aufgeschoben ist. Insbesondere umfangsseitig weist der Innenring wenigstens einen insbesondere radial zur Strömungsmaschine ausgerichteten Lagersitz auf, welcher eingerichtet ist, einen Lagerzapfen einer Leitschaufel aufzunehmen.

[0015] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann der Innenring auch als Halbring ausgebildet sein. Ein Halbring im Sinne der Offenbarung beschreibt einen Halbkreisbogen und ist insbesondere als ein Kreisbogen mit einem Innendurchmesser und einem hierzu koaxial angeordneten Außendurchmesser, aufweisend einen Mittelpunktswinkel von 180° über dem Innen- und/ oder Außendurchmesser ausgebildet. Insbesondere ist der Innenring der Leitschaufelanordnung aus zwei Halbringen gebildet, die einander zu einem umlaufenden Ring ergänzen, welcher eingerichtet ist, den Rotor koaxial vollständig zu umschließen. Durch eine solche Ausführung des Innenrings kann die Stabilität des Innenrings und/ oder der Leitschaufelanordnung erhöht werden, wodurch auch eine Abdichtung eines umlaufenden Dichtspalts der Strömungsmaschine stabilisiert und damit verbessert werden kann.

[0016] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist das Gehäuse insbesondere umlaufend einteilig ausgebildet. Hierdurch kann eine Luftdichtheit des Gehäuses und damit der Strömungsmaschine verbessert werden. Ferner resultiert aus dem zusätzlichen Material der Flanschflächen ein ungleiches thermisches Verhalten über den Umfang des Gehäuses, welches die Radialspalte zwischen Rotor und Stator ungünstig beeinflusst. Darüber hinaus weist ein einteiliges Gehäuse eine einfachere Konstruktion auf, so dass dieses auch kostengünstiger herstellbar ist, insbesondere auch, da zum Verbinden mehrerer Gehäuseteile erforderliche Befestigungselemente wie Muttern und Schrauben entfallen können.

[0017] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann die Abstützeinrichtung ausgebildet sein, eine Verstellachse der Leitschaufel in der Aufnahmeöffnung zu zentrieren. Hierzu kann die Abstützeinrichtung eingerichtet sein,

die Leitschaufel zusätzlich zu einer Abstützung in radialer Richtung auch axial und/ oder in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine insbesondere gegenüber deren Gehäuse vorzusehen. Durch eine Zentrierung der Leitschaufeln kann auch ein Verschleiß einer Lagerbuchse in der Aufnahmeöffnung reduziert werden.

[0018] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung weist die Abstützeinrichtung wenigstens ein erstes Abstützelement und wenigstens ein zweites Abstützelement auf. Die Abstützelemente können dabei derart ausgebildet sein und/ oder in dem Montageraum angeordnet sein, dass sie eine Abstützeinrichtung ausbilden bzw. die Leitschaufel gegen das Gehäuse abstützen. Beispielsweise können das erste Abstützelement und das zweite Abstützelement derart ausgebildet sein bzw. zusammenwirken, dass sie, insbesondere gemeinsam, den Leitschaufelzapfen radial wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, umschließen. Dabei können das erste Abstützelement und das zweite Abstützelement aneinander anliegen. Insbesondere sind beide Abstützelemente ausgebildet, auch in axialer und/ oder Umfangsrichtung an dem Gehäuse, insbesondere innerhalb des Montageraums am Gehäuse anzuliegen, um die Leitschaufel abzustützen. Insbesondere sind die Abstützelemente einzeln und unabhängig voneinander in den Montageraum einbringbar bzw. in diesem bewegbar, wodurch eine Montage der Leitschaufelanordnung weiter vereinfacht wird.

[0019] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist das erste Abstützelement mittels des zweiten Abstützelements arretiert. Insbesondere ist das erste Abstützelement derart mittels des zweiten Abstützelements arretiert bzw. fixiert, dass es, insbesondere im Betrieb, fest in dem Montageraum angeordnet ist. Beispielsweise kann ein erstes Abstützelement an einem geeignet ausgerichtetem Vorsprung bzw. einer Wandung des Gehäuses anliegen und von einem zweiten Abstützelement in Position gehalten werden. Hierbei kann der Montageraum benachbart zum Leitschaufelzapfen durch das Gehäuse bzw. einen Vorsprung oder Wandung des Gehäuses begrenzt sein und in einem weiteren zum Leitschaufelzapfen benachbarten Bereich, insbesondere gegenüberliegend, offen ausgebildet sein, um ein oder mehrere Abstützelemente bei der Montage anordnen zu können.

[0020] Die Abstützelemente können zueinander korrespondierend bzw. analog zueinander ausgebildet sein, um eine formschlüssige Verbindung auszubilden. Insbesondere können die Abstützelemente jeweils einander zugewandte Kontaktflächen aufweisen, die ausgebildet sind, einen Formschluss zwischen den beiden Abstützelementen herzustellen. Bei einer Ausführung kann auch eine zusätzliche Fixierung insbesondere eines ersten Abstützelements entfallen, wodurch eine Montage der Leitschaufelanordnung vereinfacht wird.

[0021] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann das zweite Abstützelement mittels einem, insbesondere an dem Gehäuse angeordneten Befestigungselement arretiert sein. Das Befestigungselement kann ausgebildet sein und/ oder derart in dem Gehäuse angeordnet sein, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem zweiten Abstützelement und dem Befestigungselement vorliegt. Insbesondere kann das Befestigungselement durch ein an einem inneren Umfang des Gehäuses angeordnetes Linerelement gebildet sein. Hierbei wird das zweite Abstützelement mittels dem Linerelement arretiert bzw. befestigt, wobei das Linerelement in eine hierfür eingerichtete Aufnahmeeinrichtung des Gehäuses eingeschoben sein kann. Auf diese Weise ist auch eine platzsparende Befestigung des zweiten Abstützelements und somit insbesondere des ersten Abstützelements bzw. der Abstützeinrichtung möglich.

[0022] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann das erste Abstützelement als Hohlzylindersegment ausgebildet sein. Insbesondere kann das erste Abstützelement als Hohlzylinderhälfte bzw. als ein Hohlzylindersegment, aufweisend einen Mittelpunktswinkel von 180° über dem Außen- und/ oder Innendurchmesser des Hohlzylindersegments, ausgebildet sein. Ein Innendurchmesser des Hohlzylinders entspricht insbesondere im Wesentlichen einem Durchmesser des Leitschaufelzapfens, so dass das erste Abstützelement den Leitschaufelzapfen teilweise, insbesondere zur Hälfte, radial umgreift und somit einen festen Sitz bzw. eine formschlüssige Abstützung der Leitschaufel ermöglicht. Das Abstützelement kann dabei beispielsweise über eine Rotation um den Leitschaufelzapfen herum in dem Montageraum platzierbar sein.

[0023] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann das zweite Abstützelement eingerichtet sein, mit wenigstens zwei ersten Abstützelementen, die jeweils einer Leitschaufel zugeordnet sind, eine Abstützeinrichtung, insbesondere für die jeweilige(n) Leitschaufel(n), auszubilden. Das zweite Abstützelement kann dazu eingerichtet sein, wenigstens zwei, insbesondere mehrere, in Umfangsrichtung benachbarte, erste Abstützelemente zu kontaktieren bzw. an diesen anzuliegen und/ oder diese zu arretieren, um eine Abstützeinrichtung zu bilden. Insbesondere kann der Montageraum dieser Ausführungsform entlang eines radialen Innenumfangs des Gehäuses der Strömungsmaschine ausgebildet sein. Beispielsweise kann auch ein Bereich des Montageraums, der eingerichtet ist, das zweite Abstützelement darin anzuordnen, entlang eines radialen Innenumfangs des Gehäuses der Strömungsmaschine ausgebildet sein. Auf diese Weise können auch mehrere bzw. auch eine Vielzahl erster Abstützelemente mittels eines zweiten Abstützelements arretiert werden, wodurch eine Stabilität der Abstützeinrichtung(en) und somit der Leitschaufelanordnung verbessert werden kann.

[0024] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann das zweite Abstützelement als Ringsegment ausgebildet sein, welches wenigstens zwei Adapterabschnitte aufweist, und jeder Adapterabschnitt ausgebildet ist, mit einem ersten Abstützelement zusammenzuwirken, um eine Abstützeinrichtung zu bilden. Insbesondere kann das zweite Abstützelement als Halbring ausgebildet sein, sodass zwei zweite Abstützelemente miteinander einen im Wesentlichen vollständigen Kreisring ausbilden, um in einem umlaufend, insbesondere entlang einer radialen Innenseite des Gehäuses

ausgebildeten Montageraum oder einem umlaufend ausgebildetem Bereich des Montageraums anordenbar oder angeordnet zu sein.

[0025] Ein Adapterabschnitt ist dabei insbesondere an einer Stirnseite des Ringsegments angeordnet und weist eine insbesondere radial ausgerichtete Ausnehmung auf. Der Adapterabschnitt des zweiten Abstützelements ist dazu eingerichtet, mit einem ersten Abstützelement zusammenzuwirken, um eine Abstützeinrichtung zu bilden. Diese im Adapterabschnitt des zweiten Abstützelements angeordnete Ausnehmung kann hierbei im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet sein, um den Leitschaukelzapfen wenigstens teilweise aufzunehmen bzw. zu umgreifen. Zudem kann zu beiden Seiten der Ausnehmung jeweils eine Kontaktfläche für das erste Abstützelement vorgesehen sein, welche insbesondere eingerichtet ist, mit dem ersten Abstützelement einen Formschluss auszubilden.

[0026] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung weist die Abstützeinrichtung wenigstens ein drittes Abstützelement auf. Bei einer solchen Ausführung wirkt wenigstens ein drittes Abstützelement insbesondere mit wenigstens einem ersten und/ oder wenigstens einem zweiten Abstützelement zusammen, um eine Abstützeinrichtung für wenigstens eine Leitschaukel auszubilden. So können das erste und das zweite Abstützelement beispielsweise baugleich, insbesondere spiegelsymmetrisch ausgebildet sein und insbesondere eingerichtet sein, den Leitschaukelzapfen zu umgreifen. Beispielsweise kann das erste Abstützelement und das zweite Abstützelement im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet sein und eine Ausnehmung aufweisen, welche eingerichtet ist, einen Leitschaukelzapfen aufzunehmen. Das erste und das zweite Abstützelement können auch eingerichtet sein, das dritte Abstützelement in dem Montageraum zu halten. Hierzu kann das dritte Abstützelement beispielsweise mit wenigstens einem ersten Abstützelement und/ oder wenigstens einem zweiten Abstützelement eine insbesondere formschlüssige Verbindung ausbilden.

[0027] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung ist das dritte Abstützelement eingerichtet, zwischen zwei Leitschaukelplattformen angeordnet zu werden, um diese abzustützen. Dabei ist das dritte Abstützelement beispielsweise eingerichtet, eine formschlüssige Verbindung mit wenigstens einer Leitschaukelplattform auszubilden. Beispielsweise weist die Leitschaukelplattform quer zu einer Verstellachse der Leitschaukel eine im Wesentlichen zylinderförmige Außenkontur auf, welche eine Drehung um die Verstellachse ermöglicht. Das dritte Abstützelement kann bei einer solchen Ausführung eingerichtet sein, formschlüssig mit den Leitschaukelplattformen zweier benachbarter Leitschaukeln zusammenzuwirken, um diese gegeneinander abzustützen und zu beabstanden.

[0028] Beispielsweise kann das dritte Abstützelement ausgebildet sein, so im oder zumindest im Wesentlichen so im Montageraum angeordnet zu werden, dass es wenigstens eine Leitschaukelplattform gegen das Gehäuse abstützt. Insbesondere kann es zwischen zwei Leitschaukelplattformen im oder zumindest im Wesentlichen im Montageraum angeordnet werden, dass es zwei insbesondere benachbarte Leitschaukelplattformen gegeneinander und/ oder gegen das Gehäuse abstützt. Dabei kann das dritte Abstützelement wenigstens eine Fixiereinrichtung, insbesondere eine erste Fixiereinrichtung aufweisen. Diese greift beispielsweise formschlüssig in ein Fixierlager ein. Ein solches Fixierlager kann insbesondere als Nut ausgebildet sein, welche beispielsweise in wenigstens einem ersten Abstützelement, insbesondere in zwei ersten Abstützelementen ausgebildet ist. Das dritte Abstützelement kann auch eine zweite Fixiereinrichtung aufweisen, die ebenfalls insbesondere formschlüssig in ein Fixierlager eingreift, welches beispielsweise an wenigstens einem zweiten Abstützelement, oder insbesondere an zwei zweiten Abstützelementen ausgebildet ist.

[0029] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung sind das erste Abstützelement und das zweite Abstützelement jeweils mittels einem Befestigungselement arretiert. Dabei kann ein Befestigungselement beispielsweise als Schraub- oder anderweitig fixierbarer Bolzen ausgebildet sein. Bei einer Ausführungsform können die Abstützelemente jeweils mittels eines als Bolzen ausgebildeten Befestigungselements arretiert bzw. fixiert sein. Dabei kann ein Bolzen insbesondere quer zum Leitschaukelzapfen in einer im Gehäuse angeordneten Öffnung eingesetzt sein und ein Abstützelement an dem Leitschaukelzapfen fixieren, insbesondere gegen den Leitschaukelzapfen spannen, um die Leitschaukel gegen das Gehäuse abzustützen. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Abstützelemente durch jeweils ein Befestigungselement von einer Montageposition in eine Halteposition, in welcher die Leitschaukel von den Abstützelementen im Gehäuse abgestützt wird, verschiebbar sind. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass im Gehäuse bzw. im Montageraum ein Bereich ausgebildet ist, in welchem die Abstützelemente anordenbar bzw. vorhaltbar sind und mittels Befestigungselementen auf einander zu, insbesondere in Richtung zum Leitschaukelzapfen hin bewegbar sind, um eine Abstützeinrichtung zu bilden.

[0030] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung kann eine Vielzahl von Leitschaukeln radial, insbesondere umlaufend an dem Gehäuse angeordnet sein und jede Leitschaukel kann mittels einer Abstützeinrichtung gegen das Gehäuse abgestützt sein.

[0031] Bei einer Ausführungsform ist die Abstützeinrichtung als Kreisbogensegment ausgebildet und weist wenigstens zwei Aufnahmeaussparungen auf, die jeweils eingerichtet sind, einen Leitschaukelzapfen wenigstens teilweise aufzunehmen.

[0032] Die Abstützeinrichtung bzw. die Aufnahmeaussparung(en) ist/sind eingerichtet, den jeweiligen Leitschaukelzapfen axial, insbesondere wenigstens teilweise, zu umgreifen, um die jeweilige Leitschaukel gegenüber dem Gehäuse zu stützen und so die Leitschaukelanordnung zu versteifen. Dabei kann die Abstützeinrichtung eingerichtet sein, insbesondere radial zum Leitschaukelzapfen, (bei einer Montage) in den Montageraum eingeführt und dort platziert zu werden

und dort wenigstens teilweise an dem Gehäuse anzuliegen, um eine Abstützung zu ermöglichen. So können mittels der Abstützeinrichtung mehrere Leitschaukelzapfen abgestützt werden, wodurch eine Stabilität der Abstützeinrichtung und somit der Leitschaukelanordnung verbessert werden kann.

[0033] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung kann die Abstützeinrichtung als Halbring ausgebildet sein, so dass zwei Abstützeinrichtungen miteinander eine insbesondere umlaufende Abstützung der Leitschaukeln ermöglichen können. Ein Halbring im Sinne der Offenbarung beschreibt einen Halbkreisbogen und ist insbesondere als ein Kreisbogen mit einem Innendurchmesser und einem Außendurchmesser, aufweisend einen Mittelpunktswinkel von 180° über dem Innen- und/oder Außendurchmesser ausgebildet. Damit können zwei Abstützeinrichtungen einen umlaufenden Ring ausbilden, um in einem insbesondere umlaufenden Montageraum angeordnet zu werden oder zu sein. Damit kann eine Bauteilanzahl für die Leitschaukelanordnung reduziert und damit eine Montagezeit verringert werden. Hierbei kann der Montageraum in einem Bereich radial zu dem Leitschaukelzapfen durch das Gehäuse bzw. den Vorsprung des Gehäuses begrenzt sein und in einem weiteren Bereich radial zu dem Leitschaukelzapfen offen sein, um die Abstützeinrichtung bzw. Abstützeinrichtungen während einer Montage einführen zu können.

[0034] Bei einer Ausführungsform ist die Aufnahmeaussparung im Wesentlichen U-förmig und/ oder insbesondere in axialer Richtung offen ausgebildet. Somit kann die Abstützeinrichtung bei der Montage, insbesondere in einer axialen Richtung, um bzw. zwischen die Leitschaukelzapfen geschoben werden. Eine Montage der Abstützeinrichtung in dem Montageraum kann durch eine solche Ausführungsform vereinfacht sein, da die Abstützeinrichtung in einer axialen Bewegung um den Leitschaukelzapfen herum in dem Montageraum platzierbar ist.

[0035] Ein den Leitschaukelzapfen lagernder Endbereich der Aufnahmeaussparung kann dabei hohlzylinderförmig ausgebildet sein, um den Leitschaukelzapfen, insbesondere zur Hälfte, radial zu umgreifen. Eine Breite bzw. ein Innendurchmesser der U-förmigen Aufnahmeaussparung kann im Wesentlichen dem Durchmesser des Leitschaukelzapfens entsprechen, sodass die Abstützeinrichtung bzw. deren Ausnahmeaussparung(en) den/die jeweiligen Leitschaukelzapfen radial umgreifen kann und somit einen festen Sitz bzw. eine formschlüssige Abstützung der Leitschaukeln ermöglicht.

[0036] Bei einigen Ausführungsformen kann die Aufnahmeaussparung nicht axial, also beispielsweise in einem Winkel zu einer Flanke der Abstützeinrichtung oder gebogen ausgeführt sein, sodass bei einer Montagebewegung eine zusätzliche Richtung zu dem axialen Aufschieben erfolgen kann, um ein Lösen, insbesondere in axialer Richtung, der Abstützeinrichtung zu erschweren.

[0037] Bei einer Ausführungsform weist die Abstützeinrichtung wenigstens ein Distanzelement auf, welches eingerichtet ist, um den Leitschaukelzapfen und/oder um die Leitschaukelplattform herum angeordnet zu werden. Dabei kann das Distanzelement eingerichtet sein, die Leitschaukelplattform wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, zu umgreifen und diese gegenüber dem Gehäuse und/ oder der Abstützeinrichtung abzustützen. Die Leitschaukelplattform weist senkrecht zu einer Verstellachse der Leitschaukel eine im Wesentlichen kreisförmige Außenkontur auf, um eine Drehung um die Verstellachse zu ermöglichen. Dadurch, dass das Distanzelement die jeweilige Leitschaukelplattform umgreift und gleichzeitig gegenüber dem Gehäuse und/ oder der Abstützeinrichtung positioniert bzw. abgestützt sein kann, können Kräfte von den Leitschaukeln aufgenommen werden.

[0038] Bei einer Ausführungsform ist das Distanzelement eingerichtet, eine Gleitbuchse bzw. Druckscheibe wenigstens teilweise aufzunehmen, insbesondere um diese gegen die Leitschaukelplattform zu fixieren und/ oder ein Verstellen der Leitschaukel um die Verstellachse bzw. den Leitschaukelzapfen zu ermöglichen. Durch die so ermöglichte Befestigung der Druckscheibe kann ein Verschleiß reduziert werden.

[0039] Bei einer Ausführungsform weist das Distanzelement einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf. Insbesondere sind zwei benachbarte Distanzelemente eingerichtet, sich gegeneinander, insbesondere in der Umfangsrichtung der Strömungsmaschine gegeneinander abzustützen, um so zwei benachbarte Leitschaukelplattformen gegeneinander abzustützen und/ oder zu beabstanden. Hierbei kann das Distanzelement einen im Wesentlichen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweisen, um zwischen Abstützeinrichtung, Gehäuse und Leitschaukelplattform in dem Montageraum angeordnet werden zu können, und ein gegenseitiges Abstützen zweier Distanzelemente, insbesondere in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine, zu unterstützen und insbesondere den Montageraum abzudecken bzw. zu begrenzen. Beispielsweise kann das Distanzelement an einem Vorsprung des Gehäuses, der insbesondere radial zu dem Leitschaukelzapfen angeordnet ist, anliegen und von der Abstützeinrichtung und/ oder einem Fixierabschnitt der Abstützeinrichtung und/ oder der Leitschaukelplattform in Position gehalten werden.

[0040] Bei einer Ausführungsform der Leitschaukelanordnung kann eine Vielzahl an Leitschaukeln radial, insbesondere umlaufend, an dem Gehäuse angeordnet sein und jede Leitschaukel mittels wenigstens einer Abstützeinrichtung abgestützt sein. Dabei kann jeder Leitschaukel eine Aufnahmeaussparung und insbesondere ein Abstützelement zugeordnet sein, um die Vielzahl an Leitschaukeln abzustützen. Mit dieser Ausführungsform kann eine vereinfacht montierbare Leitschaukelanordnung geschaffen werden, die gleichzeitig eine stabile Konfiguration eines Dichtspalts der Strömungsmaschine ermöglicht.

[0041] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Montage einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine angegeben, umfassend die folgenden Schritte:

- Führen eines an einer Leitschaukelplattform einer Leitschaukel angeordneten Leitschaukelzapfens in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung eines Gehäuses;
- Bereitstellen eines Innenrings an einem Rotor der Strömungsmaschine;
- Führen des Leitschaukelzapfens aus der Aufnahmeöffnung bis ein an einem Leitschaukelkopf der Leitschaukel angeordneter Lagerzapfen in einen am Innenring angeordneten Lagersitz eingreift, wobei die Leitschaukelplattform mit dem Gehäuse einen Montageraum ausbildet;
- Anordnen einer Abstützeinrichtung in dem Montageraum, so dass die Leitschaukel gegen das Gehäuse abgestützt wird; und
- Arretieren der Abstützeinrichtung.

[0042] Durch das radiale Führen der Leitschaukel in der Aufnahmeöffnung wird die Montage der Leitschaukelanordnung vereinfacht, das der Bauraum in der Strömungsmaschine besser genutzt und der Aufbau des Innenrings vereinfacht werden kann. Darüber hinaus ist es durch das vorgeschlagene Verfahren auch möglich, die Leitschaukelanordnung in einem einteilig ausgeführten Gehäuse anzuordnen, wodurch die Strömungsmaschine leichter und kostengünstiger gestaltet werden kann.

[0043] Da die Leitschaukelanordnung rotationssymmetrisch zur Drehachse des Rotors angeordnet ist, kann die Montage der Leitschaukeln am Innenring radial um den Rotor herum erfolgen. Ferner kann der Innenring aufgrund der Nutzung eines gehäuseseitigen Montageraums zur Abstützung der Leitschaukeln einfacher ausgebildet werden. Dieser kann bei einer erfindungsgemäßen Leitschaukelanordnung beispielsweise als geschlossener, insbesondere einstückiger Ring ausgebildet sein oder sich beispielsweise aus zwei Halbringen zusammensetzen, wodurch die Anzahl der zu montierenden Komponenten reduziert werden kann. Insbesondere ermöglicht das vorgeschlagene Verfahren eine Reduzierung der Komplexität der Gestaltung des Innenrings und damit auch eine kostengünstigere Herstellung und Montage des Innenrings sowie weiterer Komponenten der Strömungsmaschine.

[0044] Hierbei kann die Abstützeinrichtung beispielsweise mittels einem, insbesondere an dem Gehäuse angeordneten Befestigungselement arretiert werden, sodass die Abstützeinrichtung insbesondere im Betrieb fest in dem Montageraum angeordnet ist.

[0045] Bei einer Ausführungsform kann beim Anordnen der Abstützeinrichtung ein erstes Abstützelement und anschließend ein zweites Abstützelement in dem Montageraum angeordnet werden, um eine Abstützeinrichtung zu bilden. Dabei kann, insbesondere nachdem die Leitschaukel aus der Aufnahmeöffnung geführt und an dem Innenring angeordnet ist (Lagerzapfen greift in Lagersitz ein), ein erstes Abstützelement in den Montageraum eingeführt und anschließend mittels einem zweiten Abstützelement arretiert werden.

[0046] Insbesondere kann dabei jeder Leitschaukel ein erstes Abstützelement zugeordnet und in dem Montageraum angeordnet werden und nachfolgend mittels einem zweiten Abstützelement arretiert werden, wobei das zweite Abstützelement eingerichtet ist, mit mehreren ersten Abstützelementen zusammenzuwirken und eine Abstützeinrichtung für mehrere Leitschaukeln auszubilden. Hierbei kann das zweite Abstützelement als Ringsegment oder als Halbring ausgebildet sein, welches eingerichtet ist, im Wesentlichen in dem Montageraum aufgenommen zu werden.

[0047] Bei einer Ausführungsform kann das zweite Abstützelement mittels eines Befestigungselements, insbesondere mittels eines Linerelements der Strömungsmaschine, befestigt werden, wodurch insbesondere auch das erste Abstützelement arretiert wird.

[0048] Bei einer anderen Ausführungsform wird vor dem Einführen der Leitschaukel ein erstes und ein zweites Abstützelement im Montageraum angeordnet und nach dem Führen der Leitschaukel aus der Aufnahmeöffnung (Lagerzapfen greift in Lagersitz ein) wird ein drittes Abstützelement im Montageraum angeordnet. Das erste Abstützelement und das zweite Abstützelement können auf diese Weise in wenigstens einem Bereich des Montageraums vorgehalten werden, um in einem weiteren Schritt in eine Endlage gebracht zu werden, in welcher sie die Leitschaukel gegen das Gehäuse abstützen.

[0049] Hierbei kann das Gehäuse eine der Aufnahmeöffnung insbesondere vorgelagerte Öffnung des Montageraums zum Einführen der Leitschaukel bzw. der Leitschaukelplattform aufweisen, an welche ein Bereich zum Vorhalten des ersten Abstützelements und ein Bereich zum Vorhalten des zweiten Abstützelements angrenzt. Diese Bereiche sind insbesondere durch das Gehäuse begrenzt. In diesen Bereichen des Montageraums kann jeweils ein Abstützelement derart angeordnet werden, dass die Abstützelemente in einem weiteren Schritt zueinander und dabei zu dem zwischen diesen angeordneten Leitschaukelzapfen bewegbar sind, um diesen in Endlage insbesondere wenigstens teilweise zu umgreifen bzw. diesen formschlüssig gegen das Gehäuse abzustützen.

[0050] Nachdem sich die Leitschaukel in ihrer vorgesehenen Position befindet, insbesondere sofern der Lagerzapfen im Lagersitz am Innenring angeordnet ist, kann ein drittes Abstützelement in dem Montageraum zwischen der Leitschaukelplattform und dem Gehäuse angeordnet werden. Hierzu kann das dritte Abstützelement beispielsweise eingerichtet sein, einen Formschluss mit wenigstens einer Leitschaukelplattform herzustellen. Insbesondere ist das dritte Abstützelement ausgebildet, in einer zwischen dem Gehäuse und einer Leitschaukelplattform angeordneten Öffnung des Montageraums angeordnet zu werden. Hierbei ist das dritte Abstützelement insbesondere ausgebildet, den Montageraum

zusammen mit der Leitschaufelplattform in eine dem Rotor zugewandten Richtung zu schließen. Der Montageraum bzw. ein oder mehrere Bereich(e) des Montageraums können entlang einer radialen Innenseite des Gehäuses ausgebildet sein.

[0051] Das dritte Abstützelement kann eingerichtet sein, zwischen zwei benachbarten Leitschaufelplattformen angeordnet zu werden. Dabei kann das dritte Abstützelement eingerichtet sein, einen Formschluss mit zwei benachbarten Leitschaufelplattformen auszubilden und diese zueinander zu beabstanden und/ oder gegen das Gehäuse abzustützen.

[0052] Ferner kann das dritte Abstützelement eine Fixiereinrichtung aufweisen, die eingerichtet ist, an wenigstens einem ersten Abstützelement und/oder an wenigstens einem zweiten Abstützelement angeordnet zu werden und mit wenigstens einem ersten Abstützelement, insbesondere zwei benachbarten ersten Abstützelementen, und/oder wenigstens einem zweiten Abstützelement, insbesondere zwei benachbarten zweiten Abstützelementen, formschlüssig verbunden zu werden. Beispielsweise kann das dritte Abstützelement wenigstens eine insbesondere T-förmige Fixiereinrichtung aufweisen, welche eingerichtet ist, an wenigstens einem oder zwischen zwei ersten und/ oder zweiten Abstützelement(en) angeordnet zu werden. Das erste Abstützelement und/oder das zweite Abstützelement kann dabei wenigstens eine Nut aufweisen, die eingerichtet ist, einen Teilbereich einer insbesondere T-förmigen Fixiereinrichtung aufzunehmen.

[0053] Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen weiteren Schritt des Anordnens eines Distanzelements um den Leitschaufelzapfen bzw. die Leitschaufelplattform der Leitschaufel. Dabei kann zunächst eine Gleitbuchse bzw. Druckscheibe in das Distanzelement eingelegt werden oder um den Leitschaufelzapfen angeordnet werden, bevor das Distanzelement an dem Leitschaufelzapfen bzw. der Leitschaufelplattform angeordnet wird und der Leitschaufelzapfen in die Aufnahmeöffnung des Gehäuses eingeführt wird. So kann das Distanzelement, insbesondere in einem Bereich des Montageraums, vorgehalten werden, um in einem weiteren Schritt in eine Endlage gebracht zu werden, um die Leitschaufel(n) gegeneinander bzw. gegen das Gehäuse abzustützen. Hierbei ist das Distanzelement insbesondere ausgebildet, den Montageraum, zusammen mit der Leitschaufelplattform in eine dem Rotor zugewandten Richtung abzuschließen. Die Öffnung des Gehäuses, welche insbesondere eine Öffnung des Montageraums bildet, und/oder der Montageraum können umlaufend bzw. durchgängig an dem Gehäuse ausgebildet und insbesondere umlaufend bzw. durchgängig mittels der Leitschaufelplattformen und Distanzelemente abgeschlossen sein.

[0054] Bei einer Ausführungsform erfolgt das Führen des Leitschaufelzapfens in und aus einer Aufnahmeöffnung entlang einer radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordneten Verstellachse der Leitschaufel. Hierbei wird die Leitschaufel in den Bauraum der Strömungsmaschine eingebracht und die Verstellachse der Leitschaufel zur im Gehäuse ausgebildeten Aufnahmeöffnung ausgerichtet. Der Leitschaufelzapfen wird dann in die Aufnahmeöffnung geführt, insbesondere bis die dem Leitschaufelzapfen zugewandte Oberfläche der Leitschaufelplattform am Gehäuse anschlägt. Dabei ist die Leitschaufel in einer radial äußeren Position angeordnet, so dass radial innerhalb der Leitschaufel ausreichend Bauraum zur Verfügung steht, um einen Innenring am Rotor bereit zu stellen. Beispielsweise kann die Leitschaufel beim Führen in bzw. aus der Aufnahmeöffnung um einen Winkel, insbesondere um etwa 90° gedreht werden, um insbesondere ein Schaufelblatt der Leitschaufel, insbesondere temporär, in den Montageraum bewegen zu können, wodurch ein Bauraum zum Bereitstellen des Innenrings vergrößert werden kann.

[0055] Sobald der Innenring am Rotor bereitgestellt und insbesondere in der vorgesehenen Position angeordnet ist, kann die Leitschaufel entlang der Verstellachse aus der Aufnahmeöffnung geführt werden, bis der Lagerzapfen der Leitschaufel in einen am Umfang des Innenrings angeordneten Lagersitz eingreift und an diesem befestigt werden kann. Die Verstellachse ist insbesondere eine Mittelachse des Leitschaufelzapfens und damit auch die Drehachse der Leitschaufel, um welche diese Leitschaufel bzw. das Leitschaufelblatt drehbar ist, um eine gewünschte Anströmung durch den Luftstrom zu bewirken.

[0056] Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen weiteren Schritt des Verbindens des Leitschaufelzapfens mit einer Verstelleinrichtung. Die Verstelleinrichtung ist insbesondere eingerichtet, die Leitschaufel um ihre Verstellachse in einem vorbestimmten Winkel zu verstellen, um einen Gasstrom derart zu leiten, dass er in einem bevorzugten Winkel einer Anordnung von rotierenden Laufschaufeln strömt. Dabei kann die Verstelleinrichtung mittels eines Verstellhebels mit dem Leitschaufelzapfen verbunden werden. Insbesondere ist die Verstelleinrichtung so ausgeführt, dass diese mit einer Vielzahl weiterer Verstelleinrichtungen zusammenwirkt, welche mit einer Vielzahl von Leitschaufeln bzw. Leitschaufelzapfen einer Leitschaufelanordnung verbunden sind.

[0057] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Montage einer Strömungsanordnung einer Strömungsmaschine angegeben, umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines Gehäuses;
- Anordnen einer ersten Laufschaufelanordnung in dem Gehäuse;
- Montieren einer ersten Leitschaufelanordnung gemäß einem oder mehrerer Aspekte des vorausgehend beschriebenen Verfahrens in dem Gehäuse; und
- Anordnen einer zweiten Laufschaufelanordnung in dem Gehäuse.

[0058] Eine Strömungsanordnung einer Strömungsmaschine bildet insbesondere eine Verdichter- oder eine Turbineneinrichtung und weist üblicherweise mehrere Stufen auf. Jede Stufe umfasst dabei eine stationäre Leitschaufelanordnung und eine rotierende Laufschaufelanordnung, welche sich von einer Rotornabe aus erstreckt. Insbesondere kann bei dem vorgeschlagenen Verfahren ein insbesondere ein- oder mehrteilig rotationssymmetrisch um eine Drehachse der Strömungsmaschine ausgebildetes Gehäuse bereitgestellt werden, in welchem eine erste Laufschaufelanordnung angeordnet wird. Dabei wird beispielsweise zunächst eine Vielzahl an Leitschaufeln derart in und insbesondere auch an dem Gehäuse angeordnet, dass jeweils ein Leitschaufelzapfen in eine insbesondere radial zur Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung des Gehäuses geführt wird. Dann wird ein Innenring insbesondere am Rotor bereitgestellt und der Leitschaufelzapfen der jeweiligen Leitschaufel wird aus der Aufnahmeöffnung in Richtung der Drehachse der Strömungsmaschine geführt, bis ein an einem Leitschaufelkopf der jeweiligen Leitschaufel angeordneter Lagerzapfen in einen am Innenring angeordneten Lagersitz eingreift. Die Leitschaufelplattform bildet nun mit dem Gehäuse einen Montageraum aus, in welchem in nächsten Schritt eine Abstützeinrichtung so angeordnet wird, dass diese die Leitschaufel(n) gegen das Gehäuse abstützt. In nächsten Schritt kann die Abstützeinrichtung dann arretiert werden. In einem weiteren Schritt kann der Leitschaufelzapfen der jeweiligen Leitschaufel mit einer Verstelleinrichtung verbunden werden.

[0059] In einem weiteren Schritt des vorgeschlagenen Verfahrens zur Montage einer Strömungsanordnung wird eine zweite, insbesondere mit dem Rotor rotierende Laufschaufelanordnung der Strömungsmaschine in dem Gehäuse angeordnet. In optionalen weiteren Schritten können abwechselnd weitere Leitschaufelanordnungen und Laufschaufelanordnungen, insbesondere wie vorausgehend beschrieben, angeordnet werden, um eine Strömungsanordnung mit einer vorbestimmten Anzahl an Stufen bereitzustellen.

[0060] Das beschriebene Verfahren zur Montage einer Strömungsanordnung ermöglicht eine gegenüber bekannten Verfahren vereinfachte Montage, weil ein Bauraum in dem Gehäuse durch das insbesondere radiale Ein- und Ausführen der Leitschaufel(n) in die Aufnahmeöffnung(en) verbessert genutzt werden kann und zugleich ein vereinfachter Aufbau eines Innenrings der jeweiligen Leitschaufelanordnung sowie - insbesondere abhängig von weiteren Strukturen der Strömungsmaschine - eine einteilige Ausgestaltung des Gehäuses ermöglicht wird.

[0061] Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine Strömungsmaschine angegeben, die wenigstens eine hierin beschriebene Leitschaufelanordnung aufweist oder welche eine gemäß einem hierin beschriebenen Verfahren montierte Leitschaufelanordnung oder Strömungsanordnung aufweist. Eine solche Strömungsmaschine hat den Vorteil, dass diese vereinfacht gestaltet und montiert werden kann und zugleich kostengünstiger herstellbar ist.

[0062] Im Allgemeinen gilt die Offenbarung der beschriebenen Leitschaufelanordnung auch für ein entsprechendes Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung, Strömungsanordnung oder einer entsprechenden Strömungsmaschine, die eine oder mehrere Leitschaufelanordnungen umfasst, und umgekehrt. Die Merkmale der verschiedenen oben oder unten beschriebenen beispielhaften Aspekte und Ausführungsbeispiele können kombiniert werden, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben.

[0063] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Abstützeinrichtung des ersten Ausführungsbeispiels der Leitschaufelanordnung aus Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Abstützeinrichtung des zweiten beispielhaften Ausführungsbeispiels der Leitschaufelanordnung aus Fig. 3 in einem Schritt eines beispielhaften Montageverfahrens;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Abstützeinrichtung des dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels der Leitschaufelanordnung aus Fig. 5;

Fig. 7 eine schematische Darstellung der beispielhaften Abstützeinrichtung des dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels der Leitschaufelanordnung aus Fig. 5;

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine;

5 Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine; und

10 Fig 10a bis Fig. 10f eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Strömungsanordnung einer Strömungsmaschine.

[0064] Fig. 1 zeigt eine Leitschaufelanordnung 10 für eine Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaufeln 11, deren Leitschaufelplattform 12 einen Leitschaufelzapfen 13 aufweist, welcher in einer radial zu einer Rotorachse RA der Strömungsmaschine angeordneten Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 der Strömungsmaschine gelagert ist. Eine Verstelleinrichtung 40 ist mittels eines Verstellhebels 41 mit dem Leitschaufelzapfen 13 verbunden, um die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A zu drehen.

[0065] Ein Leitschaufelkopf 16 der Leitschaufel 11 weist einen Lagerzapfen 17 auf, welcher in einem Lagersitz 18 eines Innenrings 19 gelagert ist. Dieser Innenring 19 ist bei der beispielhaft dargestellten Ausführungsform ungeteilt ausgebildet und erstreckt sich in einer Ebene senkrecht zur Darstellungsebene um den Rotor 119. Der Innenring 19 weist an seiner radial inneren, dem Rotor 119 der Strömungsmaschine zugewandten Oberfläche einen radial äußeren Teil 50 einer Dichtungseinrichtung 52 auf, die mit einem an der radialen Umfangsfläche am Rotor 119 angeordneten zweiten radial inneren Teil 51 eine Dichtungseinrichtung 52 bildet.

[0066] Zwischen der Leitschaufelplattform 12 und dem Gehäuse 15 ist ein Montageraum 20 angeordnet, in welchem ein erstes Abstützelement 21 und ein zweites Abstützelement 22 angeordnet sind und eine Abstützeinrichtung 30 bilden, mittels welcher die Leitschaufel 11 gegen das Gehäuse 15 abgestützt ist. Hierbei sind die Abstützelemente 21, 22 eingerichtet, die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A in einer Lagerbuchse 23 der Aufnahmeöffnung 14 zu zentrieren. Zwischen der Leitschaufelplattform 12 und der Abstützeinrichtung 30 ist eine Gleitbuchse 32 angeordnet, um ein Verstellen der Leitschaufel 11 zu ermöglichen.

[0067] Der Montageraum 20 des Ausführungsbeispiels wird in axialer Richtung des Leitschaufelzapfens 13 von dem Gehäuse 15 und radial zum Leitschaufelzapfen 13 von einem sich radial entlang einer radialen Innenseite des Gehäuses 15 nach innen erstreckenden Absatz bzw. Vorsprung 151 des Gehäuses 15 begrenzt. Das erste Abstützelement 21 ist als Hohlzylindersegment ausgebildet, welches radial um den Leitschaufelzapfen 13 angeordnet ist. Das zweite Abstützelement 22 ist im Ausführungsbeispiel als Halbring ausgebildet, welcher sich in einer Ebene senkrecht zur Darstellungsebene um die Rotorachse RA erstreckt. Dabei ist stirnseitig am Abstützelement 22 eine Ausnehmung 26 (vgl. Fig. 2) ausgebildet, welche eingerichtet ist, den Leitschaufelzapfen 13 wenigstens teilweise zu umschließen. Angrenzend an die Ausnehmung 26 weist das zweite Abstützelement 22 eine Gestaltung auf, die ausgebildet ist, an dem ersten Abstützelement 21 anzuliegen, um so gemeinsam mit diesem den Leitschaufelzapfen 13 wenigstens teilweise zu umschließen bzw. eine Abstützeinrichtung 30 zu bilden.

[0068] An dem Gehäuse 15 ist ein Befestigungselement 24, das in der beispielhaften Ausführungsform als Linerelement ausgebildet ist, angeordnet bzw. in dieses eingeschoben. Mit dem Befestigungselement 24 wird das zweite Abstützelement 22 so im Montageraum 20 gehalten, dass dieses das erste Abstützelement 21 im Montageraum 20 arretiert. Wie in Fig. 1 weiter gezeigt ist, weist das zweite Abstützelement 22 eine Montagekante 221 auf, welche vorgesehen ist, mit dem Befestigungselement 24 zusammenzuwirken, um die Abstützeinrichtung 30 im Montageraum zu fixieren.

[0069] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt einer beispielhaften Abstützvorrichtung 30 der Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine aus Fig. 1. Das erste Abstützelement 21 der beispielhaften Ausführungsform ist eine Hohlzylinderhälfte, wobei der Innendurchmesser des Hohlzylinders ausgebildet ist, den (nicht dargestellten) Leitschaufelzapfen 13 einer Leitschaufel 11 wenigstens teilweise, bei der beispielhaften Ausführung etwa zur Hälfte zu umgreifen. Das zweite Abstützelement 22 ist als Halbring ausgebildet, welcher eingerichtet ist, umfangsseitig an dem Gehäuse 15 bzw. in dem Montageraum 20 angeordnet zu werden. An einer Stirnseite des zweiten Abstützelements 22 ist in einem Adapterabschnitt 25 eine Ausnehmung 26 ausgebildet, welche eingerichtet ist, zusammen mit dem ersten Abstützelement 21 den Leitschaufelzapfen 13 zu umgreifen, um diesen abzustützen.

[0070] Zu beiden Seiten der Ausnehmung 26 ist das zweite Abstützelement 22 insbesondere im Adapterabschnitt 25 eingerichtet, mit dem ersten Abstützelement 21 zusammenzuwirken, um dieses zu arretieren bzw. abzustützen. Das zweite Abstützelement 22 ist dabei eingerichtet mit einem oder mehreren, insbesondere in Umfangsrichtung benachbarten, ersten Abstützelementen 21, die jeweils einer Leitschaufel 11 zugeordnet sind, eine Abstützeinrichtung 30 zu bilden.

[0071] Durch diese Konfiguration von Abstützelementen 21, 22 ist eine vereinfachte Montage der Leitschaufelanordnung 10 ermöglicht, da die Abstützelemente 21, 22 einfach in den Montageraum 20 einbringbar und dort positionierbar

sind.

[0072] Fig. 3 zeigt eine Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaufeln 11, deren Leitschaufelplattform 12 einen Leitschaufelzapfen 13 aufweist, welcher in einer radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordneten Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 der Strömungsmaschine gelagert ist. Ein Leitschaufelkopf 16 der Leitschaufel 11 weist einen Lagerzapfen 17 auf, welcher in einem Lagersitz 18 eines Innenrings 19 gelagert ist. Dieser Innenring 19 wird bei dieser beispielhaften Ausführung von zwei Halbringen gebildet, welche koaxial zur Drehachse der Strömungsmaschine angeordnet sind und sich in der Fig. 3 in einer Ebene senkrecht zur Darstellungsebene erstrecken. Der Innenring 19 weist an seiner dem Rotor 119 der Strömungsmaschine zugewandten radialen Innenfläche einen radial inneren Teil 50 einer Dichtungseinrichtung auf, die mit einem radial außen am Rotor 119 angeordneten zweiten Teil 51 eine Dichtungseinrichtung 52 bildet.

[0073] Zwischen der Leitschaufelplattform 12 und dem Gehäuse 15 ist ein Montageraum 20 angeordnet, in welchem ein erstes Abstützelement 21, ein zweites Abstützelement 22 und ein drittes Abstützelement 200 angeordnet sind. Der Montageraum 20 wird axial und radial zum Leitschaufelzapfen 13 von dem Gehäuse 15 begrenzt. In einer in Fig. 4 dargestellten Vorhaltesituation, können die Abstützelemente 21, 22 jeweils in einem zweier Bereiche 20a, 20b des Montageraums 20 angeordnet sein und vorgehalten werden, um die Leitschaufelplattform 12 zwischen diesen in den Montageraum 20 einführen zu können. Bei dieser Ausführungsform sind die Bereiche 20a, 20b Teil des Montageraums 20.

[0074] Die Abstützelemente 21, 22 sind eingerichtet, den Leitschaufelzapfen 13 zu umgreifen und die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A in einer Buchse 23 der Aufnahmeöffnung 14 zu zentrieren. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Abstützelemente 21, 22 jeweils mittels einem Bolzen 224a, 224b im Gehäuse 15 fixiert, wobei die Bolzen 224a, 224b bei der beispielhaften Ausführung mittels jeweils einem Sicherungselement 225a, 225b gesichert sind.

[0075] Zusammen mit dem dritten Abstützelement 200 (vgl. Fig. 4) bilden das erste Abstützelement 21 und das zweite Abstützelement 22 eine Abstützeinrichtung 30, mittels welcher die Leitschaufel 11 gegen das Gehäuse 15 abgestützt ist. Zwischen der Leitschaufelplattform 12 und der Abstützeinrichtung 30 ist eine Gleitbuchse 32 angeordnet, um ein Verstellen der Leitschaufel 11 zu ermöglichen.

[0076] Fig. 4 zeigt eine ausschnittsweise schematische Darstellung einer beispielhaften Abstützeinrichtung 30 des beispielhaften Ausführungsbeispiels der Leitschaufelanordnung 10 aus Fig. 3 während eines Montageschritts eines hierin beschriebenen Verfahrens zur Montage einer Leitschaufelanordnung 10. Dabei sind ein erstes Abstützelement 21 in einem Bereich 20a des Montageraums 20 und ein zweites Abstützelement 22 in einem Bereich 20b des Montageraums 20 vorgehalten, um in einem weiteren Schritt eines nachstehend näher beschriebenen Verfahrens in Richtung des Leitschaufelzapfens 13 verschoben zu werden, um die Leitschaufel 11 gegen das Gehäuse 15 abzustützen. Hierzu können beispielsweise Bolzen 224a, 224b vorgesehen sein, mittels welcher die Abstützelemente 21, 22 insbesondere durch Befestigungsöffnungen 226 im Gehäuse 15 verschoben und arretiert werden können.

[0077] In Fig. 4 ist ein Ausschnitt einer Leitschaufelanordnung 10 in einem Schritt eines nachstehend näher beschriebenen Verfahrens dargestellt. Ein nicht dargestellter Leitschaufelkopf 16 ist bereits an einem ebenfalls nicht dargestellten Innenring 19 angeordnet. Dargestellt sind zwei Leitschaufelplattformen 12, welche in einer durch das Gehäuse 15 gebildeten Öffnung 20c des Montageraums 20 angeordnet sind.

[0078] Ein drittes Abstützelement 200 ist unterhalb des Gehäuses 15 dargestellt und eingerichtet, in dem Montageraum 20 bzw. in der durch das Gehäuse 15 gebildeten Öffnung 20c zwischen zwei benachbarten Leitschaufelplattformen 12 angeordnet zu werden (das Schaufelblatt der Leitschaufeln 11 ist nicht dargestellt). Durch ein drittes Abstützelement 200 kann der Montageraum 20 abgeschlossen und die Leitschaufelplattformen 12 gleichzeitig gegeneinander und gegen das Gehäuse 15 abgestützt werden.

[0079] Das dritte Abstützelement 200 weist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei gegenüberliegende Flanken 203a, 203b auf, die eingerichtet sind, an dem Gehäuse 15, insbesondere in der Öffnung 20c anzuliegen. Zwischen den Flanken 203a, 203b weist das dritte Abstützelement 200 gegenüberliegende Aufnahmebereiche 201a, 201b auf, die eingerichtet sind, jeweils eine Leitschaufelplattform 12 zweier benachbarter Leitschaufeln 11 derart zu lagern, dass diese um ihre Verstellachse A drehbar sind.

[0080] An einer Oberseite, welche in einem Montagezustand wenigstens einem ersten Abstützelement 21 und wenigstens einem zweiten Abstützelement 22 zugewandt ist, weist das dritte Abstützelement 200 zwei Fixiereinrichtungen 202a, 202b auf, die eingerichtet sind, mit wenigstens einem ersten Abstützelement 21 und wenigstens einem zweiten Abstützelement 22 zusammenzuwirken, um das dritte Abstützelement 200 in dem Montageraum 20 zu arretieren. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Fixiereinrichtungen 202a, 202b so ausgebildet, dass sie zwischen jeweils zwei ersten Abstützelementen 21 und zwei zweiten Abstützelementen 22 angeordnet werden können. Dabei weisen die Abstützelemente 21 und 22 seitliche Nuten auf, die eingerichtet sind, mit der jeweiligen T-förmigen Fixiereinrichtung 202a, 202b eine formschlüssige Verbindung zu bilden. Hierzu wird das dritte Abstützelement 200 so in dem Montageraum 20 angeordnet, dass die Nuten der Abstützelemente 21, 22 bei einem aufeinander zu Bewegen der Abstützelemente 21, 22 in Richtung des Leitschaufelzapfens 13 in die Fixiereinrichtung 202a, 202b eingreifen. Auf diese Weise wird eine Abstützeinrichtung 30 gebildet, welche die Leitschaufel(n) 11 gegen das Gehäuse 15 abstützt.

[0081] Eine Leitschaukelanordnung 10 gemäß der vorliegenden Offenbarung kann eine Vielzahl von beispielsweise in Fig. 1 oder Fig. 3 dargestellten Leitschaukeln 11 aufweisen, welche in radialer Ausrichtung an dem Gehäuse 15 angeordnet sind, wobei jede Leitschaukel 11 mittels einer Abstützeinrichtung 30 abgestützt ist.

[0082] Fig. 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Leitschaukelanordnung 10 für eine Strömungsmaschine in einer Schnittdarstellung. Die Leitschaukelanordnung 10 entspricht in ihrem Aufbau im Wesentlichen den oben dargestellten Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und Fig. 3, wobei die Unterschiede im Nachfolgenden dargestellt werden.

[0083] Zwischen der Leitschaukelplattform 12 und dem Gehäuse 15 ist ein Montageraum 20 angeordnet, der axial zum Leitschaukelzapfen 13 von dem Gehäuse 15 und radial zum Leitschaukelzapfen 13 von einem Vorsprung 151 des Gehäuses 15 begrenzt ist. In diesem umlaufend ausgebildeten Montageraum 20 ist eine als Kreisbogensegment ausgebildete Abstützeinrichtung 30 dargestellt, mittels welcher die Leitschaukeln 11 gegen das Gehäuse 15 abgestützt sind. Diese Abstützeinrichtung weist wenigstens zwei Aufnahmeaussparungen 31 auf, die eingerichtet sind, jeweils einen Leitschaukelzapfen 13 wenigstens teilweise zu umgreifen, um die Leitschaukel 11 gegen das Gehäuse 15 abzustützen. Die hier als Halbring ausgebildete Abstützeinrichtung 30 erstreckt sich dabei in Umfangsrichtung in einer Ebene senkrecht zur Darstellungsebene. Die U-förmig ausgebildete(n) Aufnahmeaussparung(en) 31 ist/sind an einer achsseitigen Flanke der Abstützeinrichtung 30 ausgebildet und eingerichtet, den/die Leitschaukelzapfen 13 wenigstens teilweise zu umgreifen. In der Darstellung ist lediglich eine der Aufnahmeaussparungen 31 der Abstützeinrichtung 30 dargestellt, die Ausführungen betreffend die Aufnahmeaussparung 31 gelten entsprechend für die wenigstens eine weitere Aufnahmeaussparung 31 der Abstützeinrichtung 30.

[0084] Die Abstützeinrichtung 30 bzw. deren Aufnahmeaussparung 31 sowie 13 und ein um den Leitschaukelzapfen 13 und die Leitschaukelplattform 12 angeordnetes Distanzelement 33 sind eingerichtet, die Leitschaukel 11 aufzunehmen und um ihre Verstellachse A in einer Buchse 23 der Aufnahmeöffnung 14 zu zentrieren. Zwischen der Leitschaukelplattform 12 und dem Distanzelement 33 ist eine Gleitbuchse 32 angeordnet. Dabei ist das Distanzelement 33 eingerichtet, die Leitschaukelplattform 12 und die Gleitbuchse 32 aufzunehmen, um diese gegen einander zu fixieren und ein Verstellen der Leitschaukel 11 zu ermöglichen. Das Distanzelement 33 weist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen rechteckigen Querschnitt und an einer Kante eine Verdrehsicherung 34 in Form einer Fase auf, sodass die Montage vereinfacht und eine versehentliche Falschmontage vermieden werden kann.

[0085] An dem Gehäuse 15 ist ein Befestigungselement 24, hier ein Linerelement, angeordnet bzw. in dieses eingeschoben, mittels welchem die Abstützeinrichtung 30 in axialer Richtung arretiert bzw. fixiert ist.

[0086] Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt der Leitschaukelanordnung 10 einer Strömungsmaschine aus Fig. 5 ohne Gehäuse 15 in einer Teilexplosionsdarstellung. Die als Kreisbogensegment ausgebildete Abstützeinrichtung 30 weist mehrere Aufnahmeaussparungen 31 auf, welche in einer axialen Richtung um die Leitschaukelzapfen 13 und in den Montageraum 20 anordenbar ist bzw. zwischen die Leitschaukelzapfen 13 eingeführt werden kann, um die Leitschaukeln 11 zu stabilisieren.

[0087] Um die Leitschaukelzapfen 13 der Leitschaukeln 11 sind Distanzelemente 33 angeordnet, aufweisend eine den Leitschaukelzapfen 13 aufnehmende, insbesondere zentral angeordnete, Aussparung 36 und einen quadratischen Querschnitt. Die Distanzelemente 33 sind dabei eingerichtet jeweils eine Gleitbuchse 32 aufzunehmen und diese gegenüber der Leitschaukelplattform 12 zu positionieren und gleichzeitig die Leitschaukelplattform 12 derart zu lagern, dass diese drehbar ist, um ein Verstellen der Leitschaukel 11 um die Verstellachse A zu ermöglichen. Durch den quadratischen Querschnitt können die Distanzelemente 33 in dem Montageraum 20 angeordnet sein und diesen begrenzen, wobei die Distanzelemente 33 beispielsweise mittels eines an der Abstützeinrichtung 30 angeordneten Fixierabschnitts 35 fixiert sind, insbesondere in axialer Richtung der Strömungsmaschine. Somit können die Distanzelemente 33 zum einen eine Abstützung der Leitschaukel 11 gegenüber dem Gehäuse 15 unterstützen und zum anderen eine Relativbewegung der Leitschaukeln 11 verringern.

[0088] Fig. 7 zeigt eine Darstellung einer beispielhaften Abstützeinrichtung 30 der Leitschaukelanordnung 10 aus Fig. 5 bzw. Fig. 6. Die Abstützeinrichtung 30 ist als Halbkreissegment bzw. Halbring ausgebildet und weist eine Vielzahl an U-förmigen Aufnahmeaussparungen 31 auf, die jeweils einem Leitschaukelzapfen 13 zugeordnet sind und eingerichtet sind, diesen aufzunehmen und damit gegen das Gehäuse 15 abzustützen.

[0089] Durch die Ausführung als Halbring kann ein umlaufend ausgebildeter Montageraum 20 mittels zweier solcher halbringförmiger Abstützeinrichtungen 30 umlaufend ausgefüllt sein, um die Leitschaukeln 11 abzustützen. Dadurch, dass bei einem solchen Ausführungsbeispiel lediglich zwei Abstützeinrichtungen 30 vorgesehen sind, kann die Anzahl an zu montierenden Komponenten und somit eine Montagezeit für die Leitschaukeln 11 bzw. den Innenrings 19 reduziert werden.

[0090] Eine Breite B der Aufnahmeaussparung 31 kann im Wesentlichen einem Durchmesser des Leitschaukelzapfens 13 und/ oder ein Radius R eines in der Aufnahmeaussparung 31 innenliegend ausgebildeten Hohl(halb)zylinders kann im Wesentlichen einem Radius des Leitschaukelzapfens 13 entsprechen, um diesen aufnehmen, lagern und abstützen zu können. Eine Tiefe T der Aufnahmeaussparung 31 ist insbesondere größer als ein Durchmesser des Leitschaukelzapfens 13, sodass die Abstützeinrichtung 30 radial über den Leitschaukelzapfen 13 hinausragen kann, um so eine Stabilisierungswirkung zu verbessern. An einer achsseitigen Flanke der Abstützeinrichtung 30 ist die Aufnahmeaussparung

31 offen ausgebildet, um auf den Leitschaufelzapfen 13 aufgeschoben werden zu können und diesen so abzustützen.

[0091] Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm eines ersten beispielhaften Verfahrens 100 zur Montage einer Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine.

[0092] In einem ersten Schritt 101 wird ein an einer Leitschaufelplattform 12 einer Leitschaufel 11 angeordneter Leitschaufelzapfen 13 in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 eingeführt, insbesondere bis die Leitschaufelplattform 12 an dem Gehäuse 15 anschlägt. In einem weiteren Schritt 102 wird ein Innenring 19 an einem Rotor 119 der Strömungsmaschine bereitgestellt. In einem weiteren Schritt 103 wird der Leitschaufelzapfen 13 aus der Aufnahmeöffnung 14 in radialer Richtung zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine geführt, bis ein an einem Leitschaufelkopf 16 der Leitschaufel 11 angeordneter Lagerzapfen 17 in einen am Innenring 19 angeordneten Lagersitz 18 eingreift. Dabei bildet die Leitschaufelplattform 12 mit dem Gehäuse 15 einen Montageraum 20 aus.

[0093] In einem weiteren Schritt 104 wird ein erstes Abstützelement 21 und ein zweites Abstützelement 22 in dem Montageraum 20 angeordnet, derart dass diese eine Abstützeinrichtung 30 bilden. In einem weiteren Schritt 105 wird das zweite Abstützelement 22, insbesondere mittels eines Befestigungselements 24 fixiert, wodurch insbesondere auch das erste Abstützelement 21 arretiert wird.

[0094] In einem weiteren Schritt 106 wird der Leitschaufelzapfen 13 mit einer Verstelleinrichtung 40, insbesondere mittels eines Verstellhebels 41 verbunden, um die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A verstellen zu können.

[0095] Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm eines zweiten beispielhaften Verfahrens 100 zur Montage einer Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine.

[0096] In einem ersten Schritt 101 wird ein an einer Leitschaufelplattform 12 einer Leitschaufel 11 angeordneter Leitschaufelzapfen 13 in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 eingeführt, insbesondere bis die Leitschaufelplattform 12 mit dem Gehäuse 15 auf Stoß geht. In einem optionalen Schritt 107 kann zuvor ein Abstützelement 32 um den Leitschaufelzapfen 13 bzw. die Leitschaufelplattform 12 angeordnet bzw. dort bereitgestellt werden.

[0097] In einem Schritt 102 wird ein Innenring 19 an einem Rotor 119 der Strömungsmaschine bereitgestellt und in einem weiteren Schritt 103 wird der Leitschaufelzapfen 13 aus der Aufnahmeöffnung 14 radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine ausgeführt, bis ein an einem Leitschaufelkopf 16 der Leitschaufel 11 angeordneter Lagerzapfen 17 in einen am Innenring 19 angeordneten Lagersitz 18 eingreift, wobei die Leitschaufelplattform 12 mit dem Gehäuse 15 einen Montageraum 20 ausbildet.

[0098] In einem Schritt 104 wird eine Abstützeinrichtung 30 in dem Montageraum 20 angeordnet, um die Leitschaufel 11 gegenüber dem Gehäuse 15 abzustützen. In einem weiteren Schritt e wird der Leitschaufelzapfen 13 mit einer Verstelleinrichtung 40, insbesondere mittels eines Verstellhebels 41, verbunden, um die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A verstellen zu können. In einem weiteren Schritt 105 wird die Abstützeinrichtung 30, insbesondere mittels eines Befestigungselements 24 fixiert bzw. arretiert.

[0099] Fig. 10a bis Fig. 10f zeigen eine schematische Darstellung von Schritten eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 300 zur Montage einer Strömungsanordnung 310 einer Strömungsmaschine. Fig. 10a zeigt einen Schritt des Bereitstellens eines Gehäuses 15. Fig. 10b zeigt das Anordnen einer ersten Laufschaufelanordnung 311, aufweisend einen ersten Rotorabschnitt 312 in dem Gehäuse 15. Fig. 10c zeigt das Montieren einer ersten Leitschaufelanordnung 10 gemäß einem hier beschriebenen Verfahren 100 in dem Gehäuse 15. Hierbei wird ein geteilter oder ungeteilter Innenring 19 in den zur Verfügung stehenden Bauraum der Strömungsmaschine eingebracht, woraufhin die Leitschaufeln 11 der Leitschaufelanordnung 10 an diesem angeordnet werden können. Dabei dem vorgeschlagenen Verfahren gegenüber bekannten Verfahren insbesondere eine Montage mehrerer Innenringkomponenten entfallen kann, vereinfacht sich die Montage der Strömungsanordnung 310.

[0100] Fig. 10d zeigt das Anordnen einer zweiten Laufschaufelanordnung 313, welche einen zweiten Rotorabschnitt 314 aufweist, in dem Gehäuse 15 und Fig. 10e zeigt das Montieren einer zweiten Leitschaufelanordnung 10 gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren 100 in dem Gehäuse 15. Fig. 10f zeigt das Anordnen einer dritten Laufschaufelanordnung 315, welche einen zweiten Rotorabschnitt 316 aufweist, in dem Gehäuse 15.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0101]

10	Leitschaufelanordnung
11	Leitschaufel
12	Leitschaufelplattform
13	Leitschaufelzapfen
14	Aufnahmeöffnung
15	Gehäuse

16	Leitschaufelkopf
17	Lagerzapfen
18	Lagersitz
19	Innenring
5 20	Montageraum
20a, 20b	Bereich des Montageraums
20c	Öffnung des Montageraums
21	erstes Abstützelement
22	zweites Abstützelement
10 23	Buchse
24	Befestigungselement
25	Adapterabschnitt
26	Ausnehmung
30	Abstützeinrichtung
15 31	Aufnahmeaussparung
32	Gleitbuchse
33	Distanzelement
34	Verdrehsicherung
35	Fixierabschnitt
20 36	Aussparung
40	Verstelleinrichtung
41	Verstellhebel
50, 51	Teil einer Dichtungseinrichtung
52	Dichtungseinrichtung
25 100	Verfahren
101 - 107	Verfahrensschritte
119	Rotor
151	Vorsprung
200	drittes Abstützelement
30 201a, 201b	Aufnahmebereich
202a, 202b	Fixiereinrichtung
203a, 203b	Flanke
221	Kante
224a, 224b	Befestigungselement
35 225a, 225b	Sicherungselement
300	Verfahren
310	Strömungsanordnung
311	erste Laufschaufelanordnung
312	erster Rotorabschnitt
40 313	zweite Laufschaufelanordnung
314	zweiter Rotorabschnitt
315	dritte Laufschaufelanordnung
316	dritter Rotorabschnitt
A	Verstellachse
45 RA	Rotorachse
B	Breite der Aufnahmeaussparung
R	Radius der Aufnahmeaussparung
T	Tiefe der Aufnahmeaussparung

50

Patentansprüche

1. Leitschaufelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaufeln (11), deren Leitschaufelplattform (12) einen in einer Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15) der Strömungsmaschine gelagerten Leitschaufelzapfen (13) aufweist, wobei ein Leitschaufelkopf (16) der Leitschaufel (11) einen Lagerzapfen (17) aufweist, der an einem an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine angeordneten Innenring (19) gelagert ist und wobei zwischen dem Gehäuse (15) und der Leitschaufelplattform (12) ein Montageraum (20) ausgebildet ist, in welchem eine Abstützeinrichtung (30) angeordnet ist, welche die Leitschaufel (11) gegen das Gehäuse (15)

55

abstützt.

2. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (30) ausgebildet ist, eine Verstellachse (A) der Leitschaukel (11) in der Aufnahmeöffnung (14) zu zentrieren.
3. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (30) wenigstens ein erstes Abstützelement (21) und wenigstens ein zweites Abstützelement (22) aufweist.
4. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Abstützelement (22) mittels einem an dem Gehäuse (15) angeordneten Befestigungselement (24) befestigt ist.
5. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Abstützelement (21) mittels dem zweiten Abstützelement (22) arretiert ist.
6. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Abstützelement (21) und das zweite Abstützelement (22) jeweils mittels einem Befestigungselement (224a, 224b) arretiert sind.
7. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Abstützeinrichtung (30) als Kreisbogen-segment ausgebildet ist und wenigstens zwei Aufnahmeaussparungen (31) aufweist, die jeweils eingerichtet sind, einen Leitschaukelzapfen (13) wenigstens teilweise aufzunehmen.
8. Leitschaukelanordnung (10) nach Anspruch 7, wobei die Abstützeinrichtung (30) als Halbring ausgebildet ist.
9. Leitschaukelanordnung (10) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Aufnahmeaussparung (31) im Wesentlichen U-förmig ausgebildet ist.
10. Leitschaukelanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (30) wenigstens ein, insbesondere mit im Wesentlichen rechteckigem Querschnitt ausgeführtes, Distanzelement (33) aufweist, welches eingerichtet ist, um den Leitschaukelzapfen (31) herum angeordnet zu werden.
11. Leitschaukelanordnung (10) nach Anspruch 10, wobei das Distanzelement (33) eingerichtet ist, eine Gleitbuchse (32) wenigstens teilweise aufzunehmen.
12. Verfahren (100) zur Montage einer Leitschaukelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, umfassend die folgenden Schritte:
 - Führen (101) eines an einer Leitschaukelplattform (12) einer Leitschaukel (11) angeordneten Leitschaukelzapfens (13) in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15);
 - Bereitstellen (102) eines Innenrings (19) an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine;
 - Führen (103) des Leitschaukelzapfens (13) aus der Aufnahmeöffnung (14) bis ein an einem Leitschaukelkopf (16) der Leitschaukel (11) angeordneter Lagerzapfen (17) in einen am Innenring (19) angeordneten Lagersitz (18) eingreift, wobei die Leitschaukelplattform (12) mit dem Gehäuse einen Montageraum (20) ausbildet;
 - Anordnen (104) einer Abstützeinrichtung (30) in dem Montageraum (20), so dass die Leitschaukel (11) gegen das Gehäuse (15) abgestützt wird; und
 - Arretieren (105) der Abstützeinrichtung (30).
13. Verfahren (100) nach Anspruch 12, wobei beim Anordnen der Abstützeinrichtung (30) ein erstes Abstützelement (21) und ein zweites Abstützelement (22) in den Montageraum (20) angeordnet werden.
14. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 19 bis 20, wobei vor dem Führen des Leitschaukelzapfens (13) in die Aufnahmeöffnung (14) ein erstes Abstützelement (21) und ein zweites Abstützelement (22) in dem Montageraum (20) angeordnet werden und nach dem Führen der Leitschaukel aus der Aufnahmeöffnung (14) ein drittes Abstützelement (200) in dem Montageraum (20) angeordnet wird.
15. Verfahren zur Montage einer Strömungsanordnung (310) einer Strömungsmaschine, umfassend die folgenden Schritte:

EP 4 180 635 A1

- Bereitstellen eines Gehäuses (15);
- Anordnen einer ersten Laufschaufelanordnung (311) in dem Gehäuse (15);
- Montieren einer ersten Leitschaufelanordnung (10) gemäß einem Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 14 in dem Gehäuse (15); und
- Anordnen einer zweiten Laufschaufelanordnung (313) in dem Gehäuse (15).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

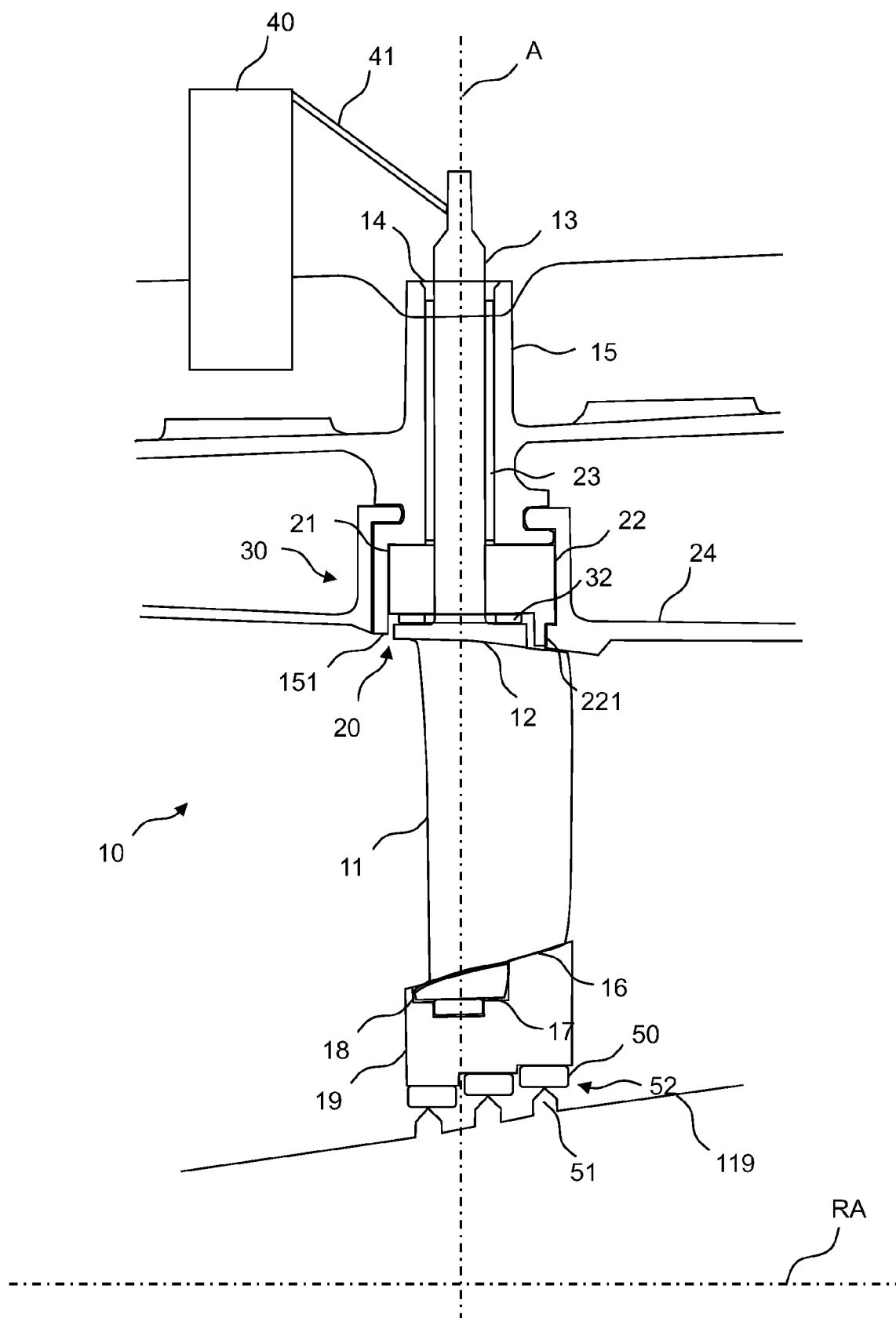


Fig. 2

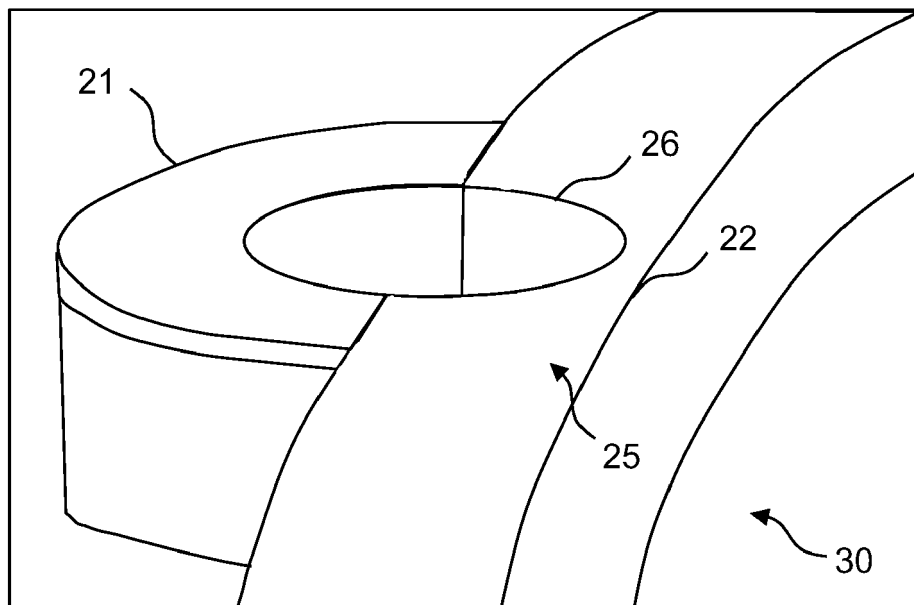


Fig. 3

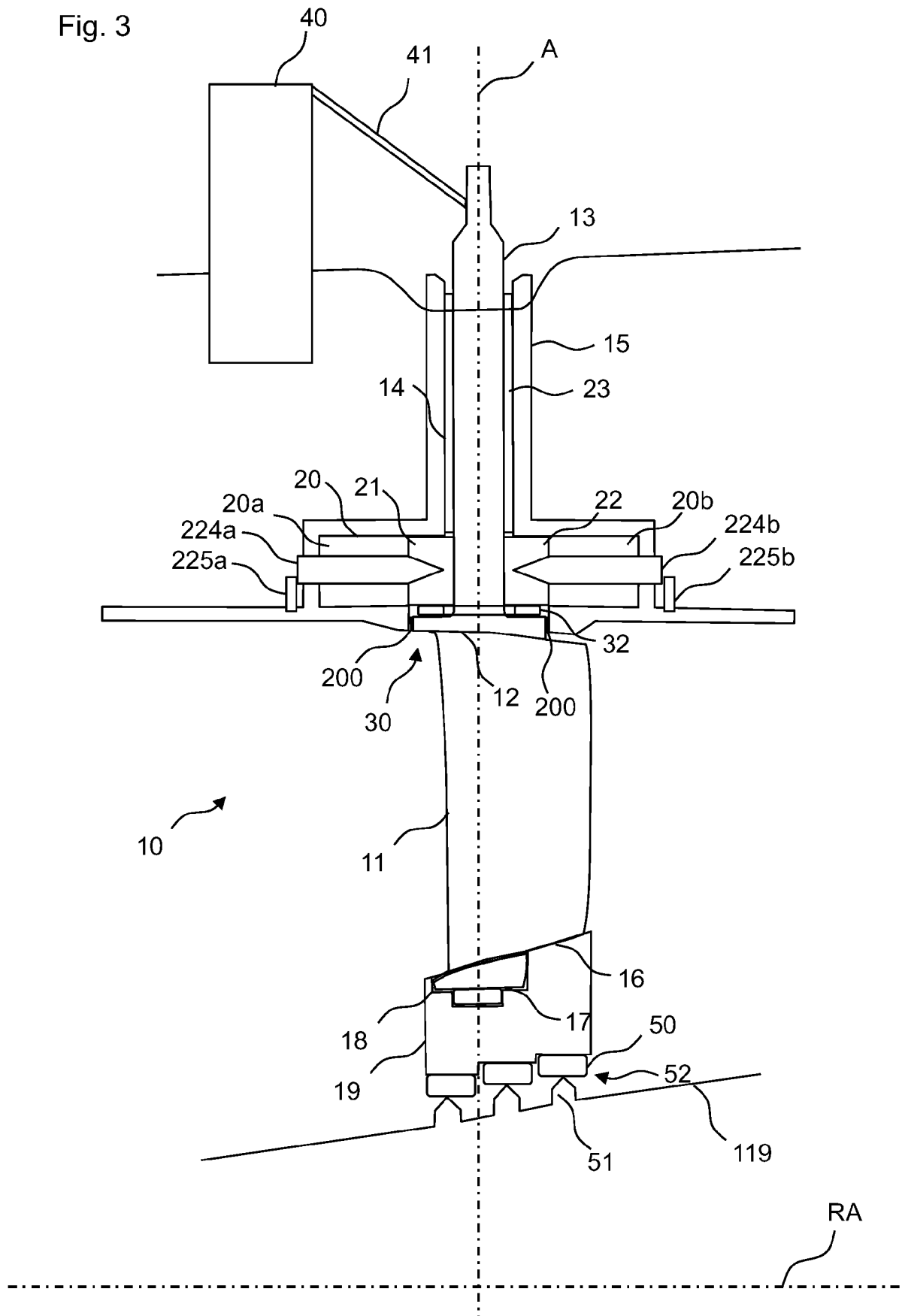


Fig. 4

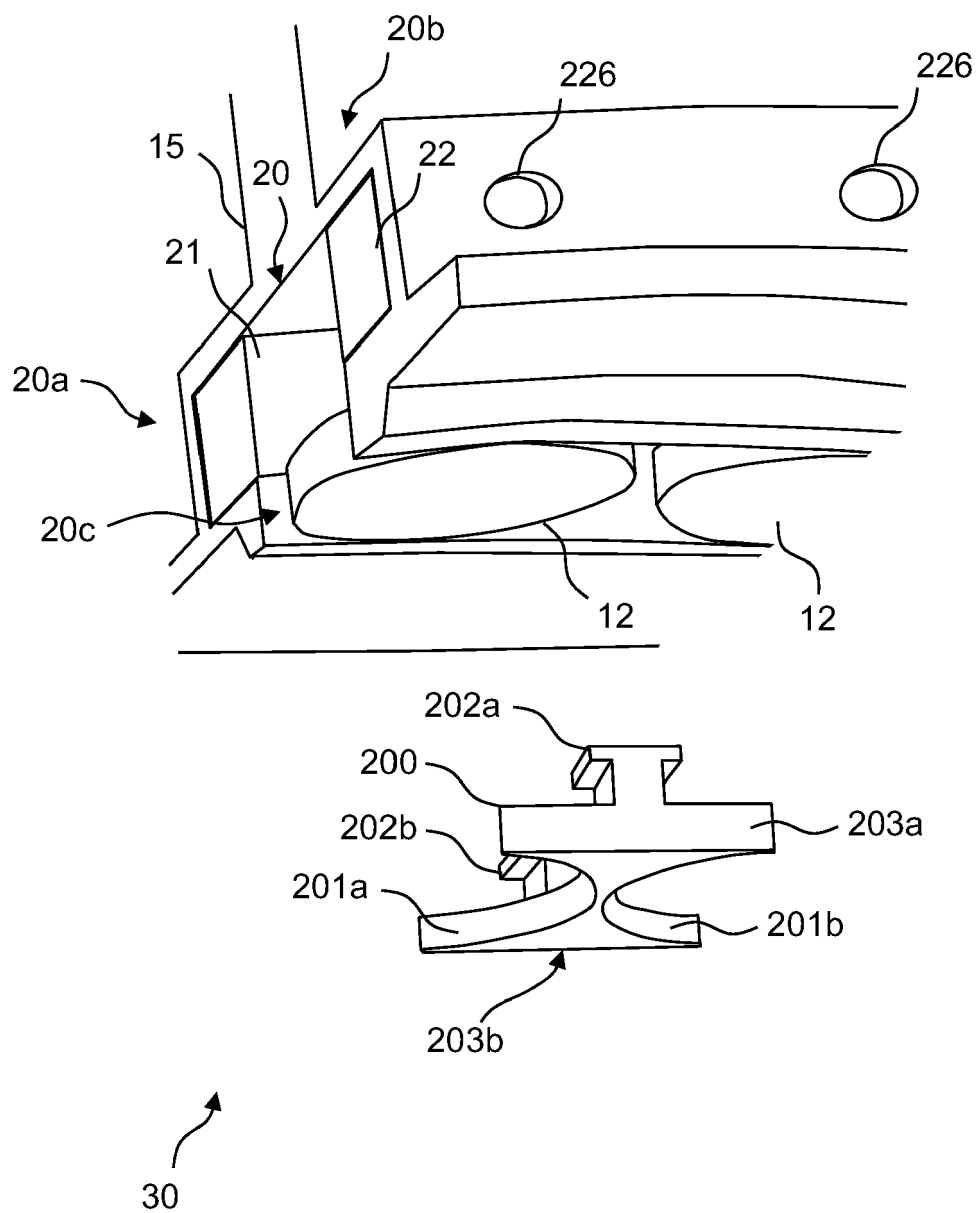


Fig. 5

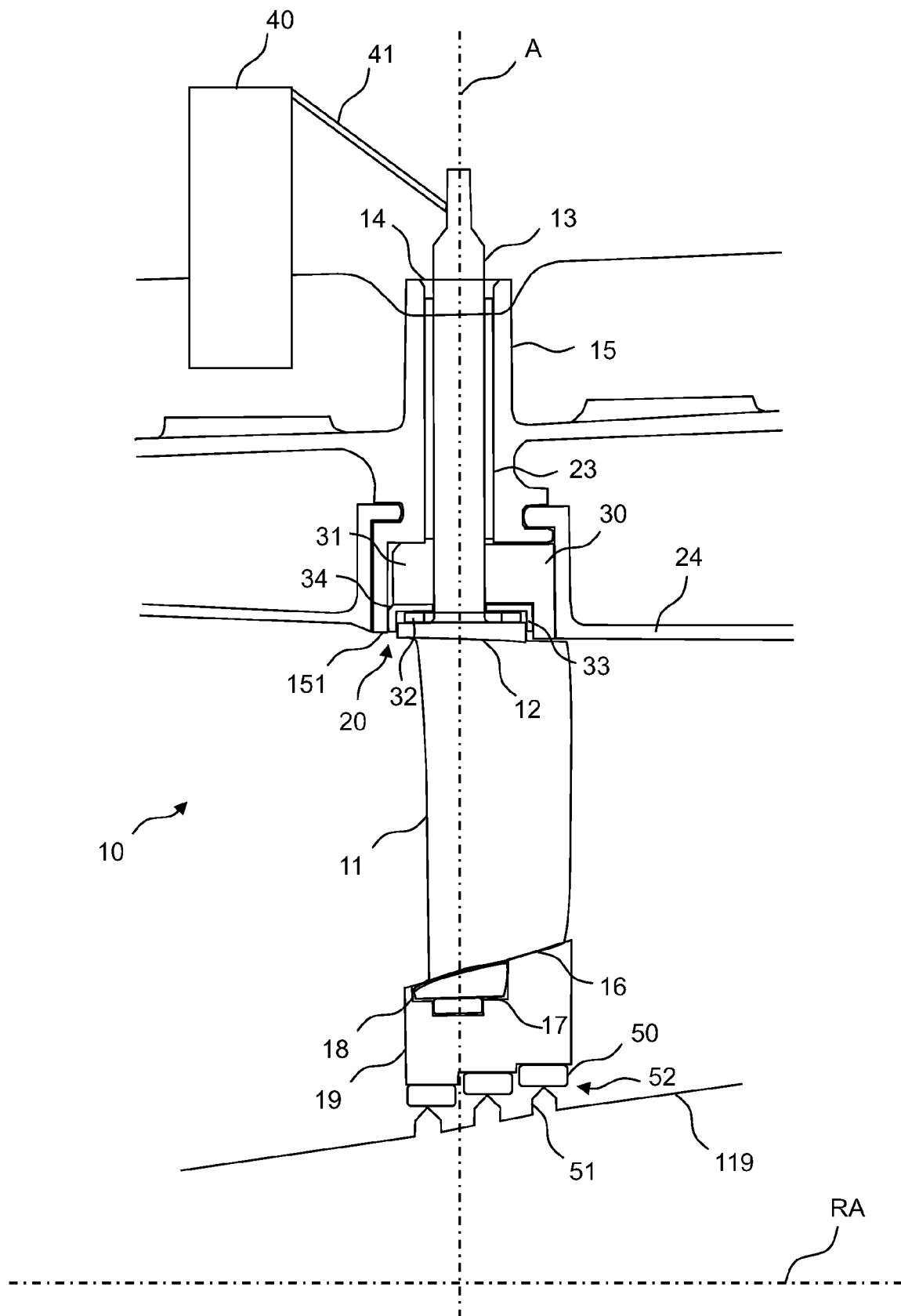


Fig. 6

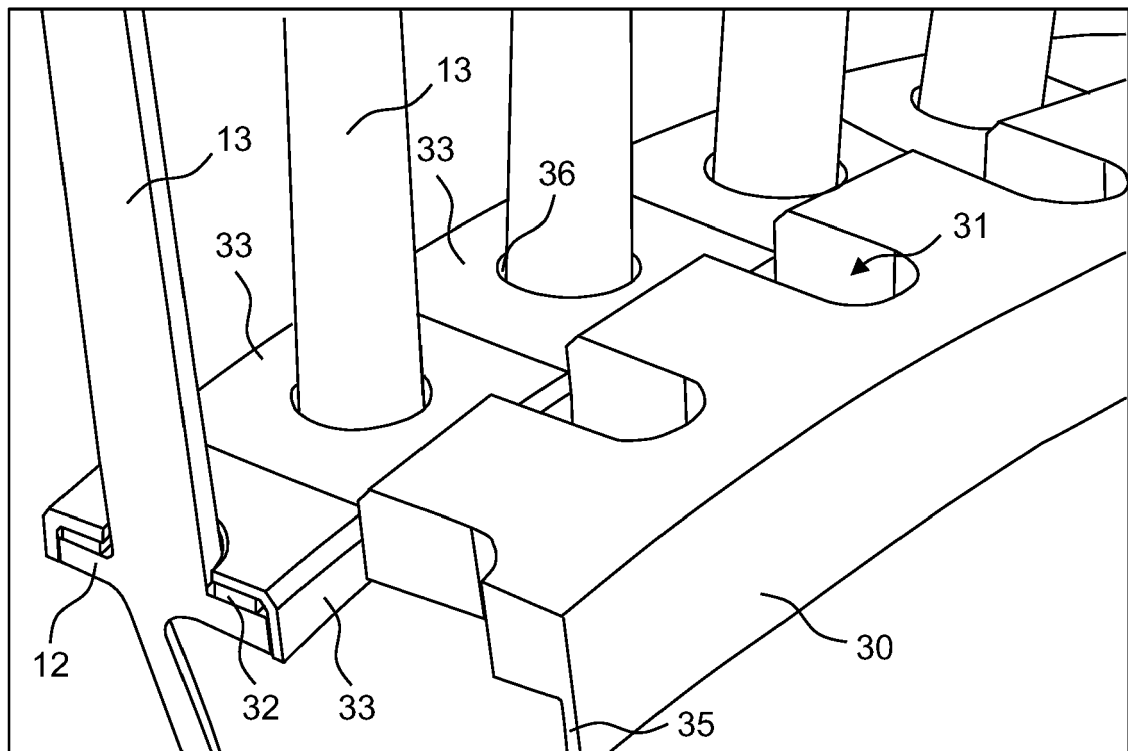


Fig. 7

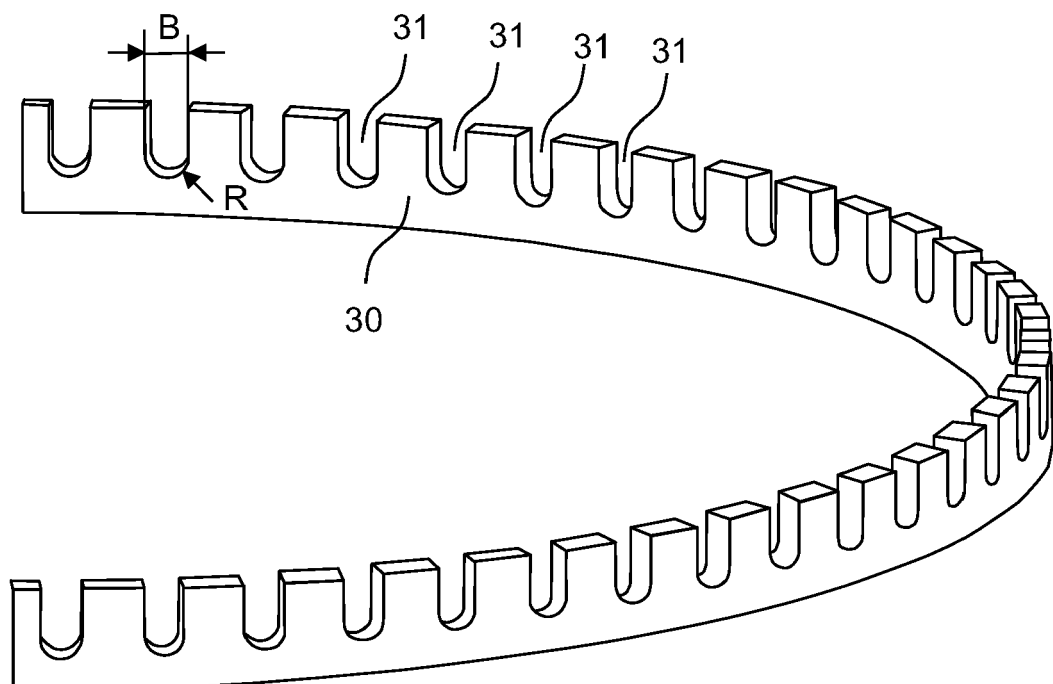


Fig. 8

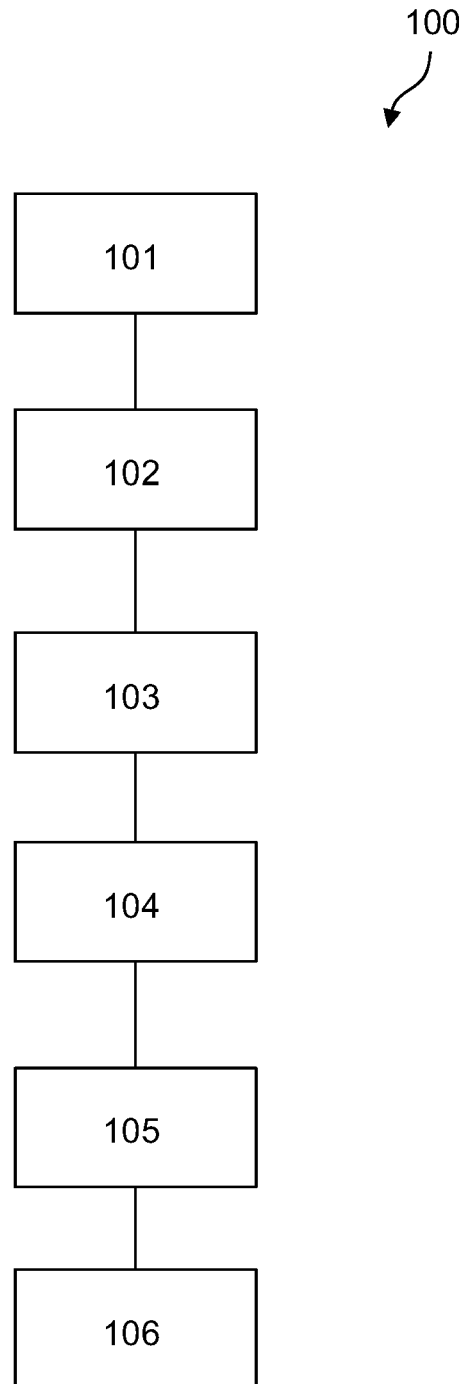


Fig. 9

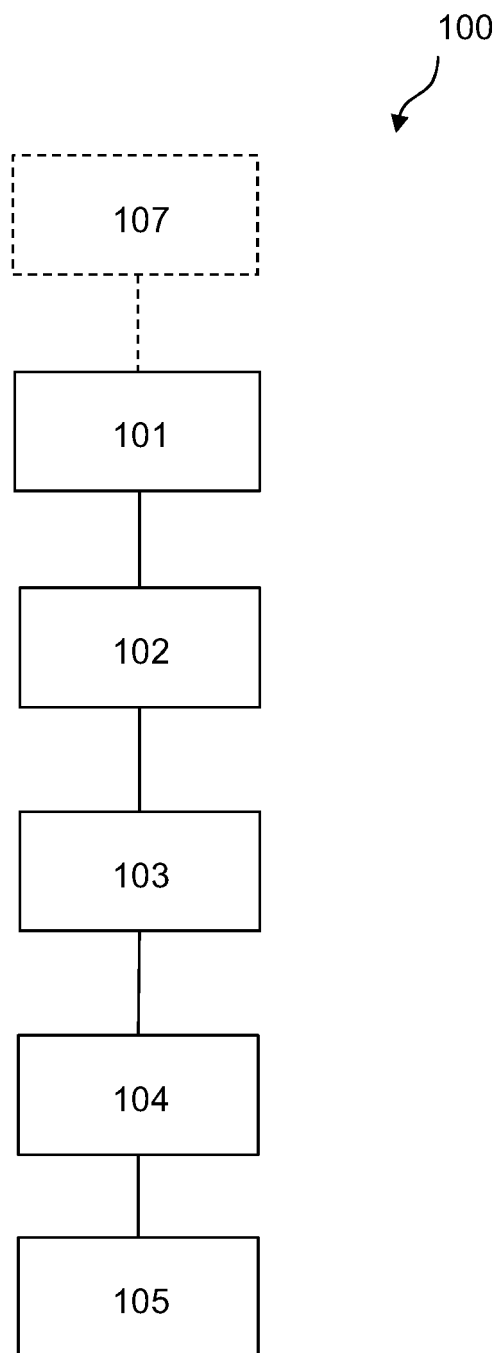


Fig. 10a

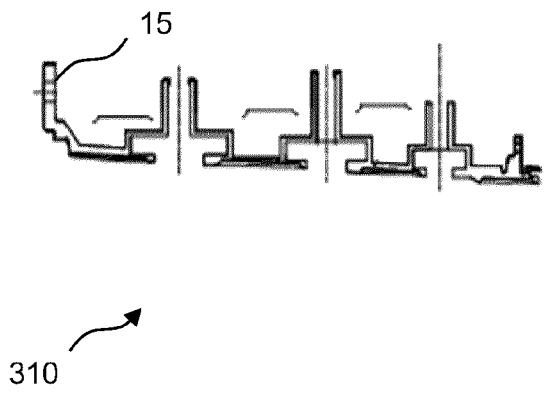


Fig. 10b

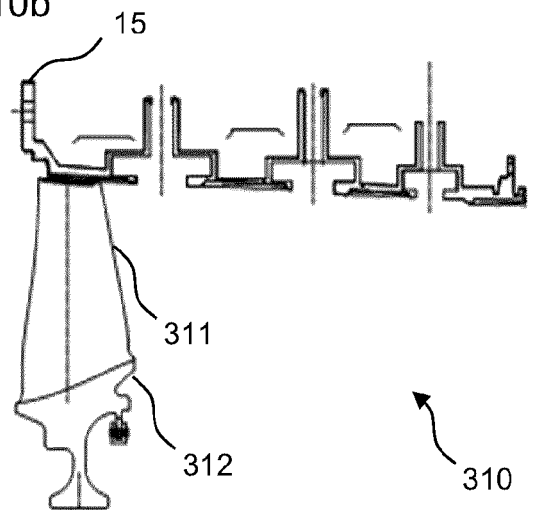


Fig. 10c

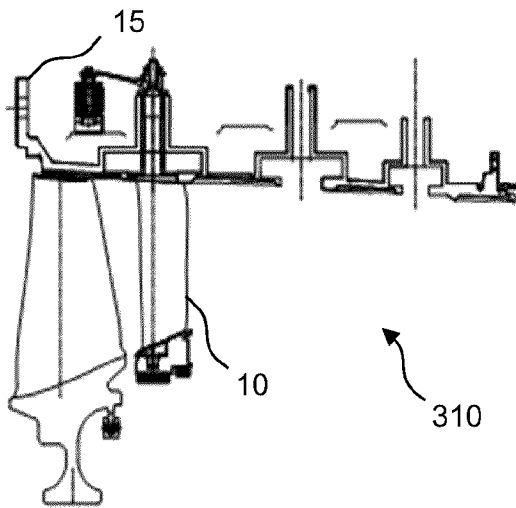


Fig. 10d

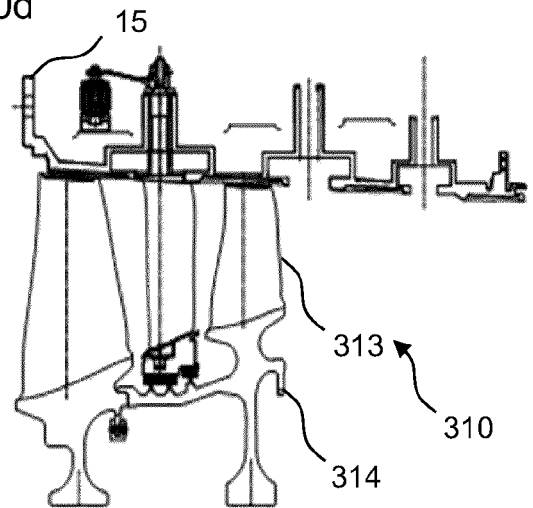


Fig. 10e

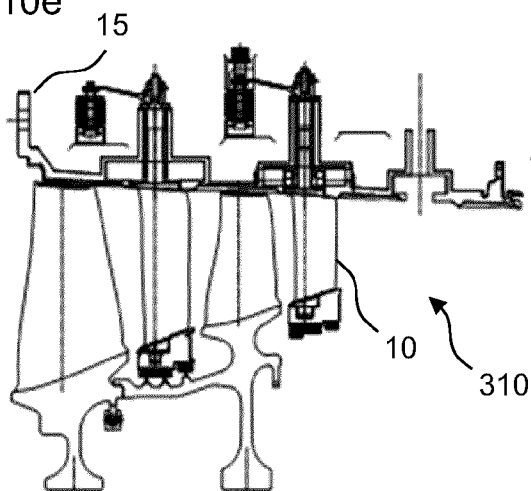
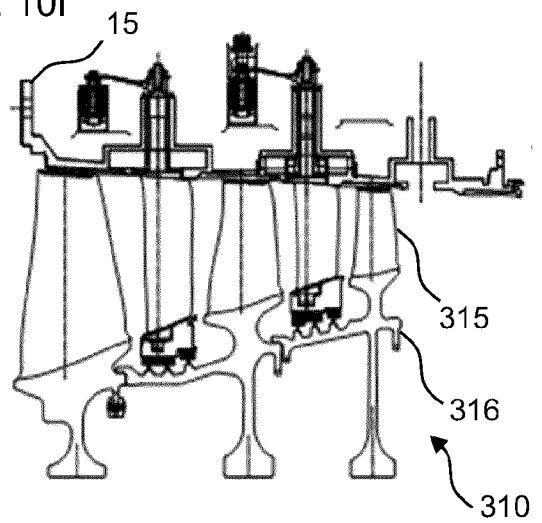


Fig. 10f





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 6204

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	US 2004/109762 A1 (HIDALGO MARIO A [US] ET AL) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Absätze [0018] - [0023]; Abbildungen 1-5 *	1-4, 6, 10, 12, 13, 15	INV. F01D9/04 F01D17/16 F04D29/56
X	EP 3 354 862 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 1. August 2018 (2018-08-01) * Absätze [0016] - [0019]; Abbildungen 3, 4 *	1, 3, 4, 6-8, 10	
X	US 4 498 790 A (FISHER JAMES E [US]) 12. Februar 1985 (1985-02-12) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 28; Abbildungen 1-4 *	1-5, 10	
X	US 2005/008477 A1 (DEBENEIX PIERRE [FR] ET AL) 13. Januar 2005 (2005-01-13) * Absätze [0024] - [0028]; Abbildungen 1, 2 *	1-3, 7	
X	EP 2 653 666 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 23. Oktober 2013 (2013-10-23) * Absätze [0024] - [0027]; Abbildungen 1-4 *	1-3, 10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F04D
X	US 5 328 327 A (NAUDET JACKY [FR]) 12. Juli 1994 (1994-07-12) * Spalte 5, Zeile 53 - Spalte 6, Zeile 39; Abbildungen 3, 4 *	1, 10	
A	US 5 636 968 A (AUDET JACQUES R [FR] ET AL) 10. Juni 1997 (1997-06-10) * Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildungen 1-4 *	1-15	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2023	Prüfer Teusch, Reinhold
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			



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 20 6204

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 760 272 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 7. März 2007 (2007-03-07) * Absätze [0029] – [0033]; Abbildungen 5-7 * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2023	Prüfer Teusch, Reinhold
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 22 20 6204

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.

28-02-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2004109762 A1	10-06-2004	KEINE	
15	EP 3354862 A1	01-08-2018	EP 3354862 A1	01-08-2018
			US 2018216632 A1	02-08-2018
			US 2020049163 A1	13-02-2020
	US 4498790 A	12-02-1985	KEINE	
20	US 2005008477 A1	13-01-2005	CA 2470089 A1	26-12-2004
			DE 602004000127 D1	17-11-2005
			EP 1491725 A2	29-12-2004
			ES 2250954 T3	16-04-2006
			FR 2856750 A1	31-12-2004
25			JP 2005016525 A	20-01-2005
			RU 2342540 C2	27-12-2008
			UA 81754 C2	11-02-2008
			US 2005008477 A1	13-01-2005
30	EP 2653666 A1	23-10-2013	EP 2653666 A1	23-10-2013
			US 2013272852 A1	17-10-2013
	US 5328327 A	12-07-1994	DE 69203705 T2	21-03-1996
			EP 0546935 A1	16-06-1993
35			FR 2685033 A1	18-06-1993
			US 5328327 A	12-07-1994
	US 5636968 A	10-06-1997	DE 69505074 T2	11-03-1999
			EP 0696675 A1	14-02-1996
			FR 2723614 A1	16-02-1996
40			US 5636968 A	10-06-1997
	EP 1760272 A2	07-03-2007	CN 1952410 A	25-04-2007
			EP 1760272 A2	07-03-2007
			JP 5080044 B2	21-11-2012
45			JP 2007071205 A	22-03-2007
			KR 20070026230 A	08-03-2007
			SG 130185 A1	20-03-2007
			TW 200716851 A	01-05-2007
			US 2007237631 A1	11-10-2007

EPO FORM P0461

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