

(19)



(11)

EP 4 506 543 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2025 Patentblatt 2025/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 17/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24191192.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F05D 2230/60; F05D 2230/64; F05D 2240/54; F05D 2260/36; F05D 2260/37; F05D 2260/38

(22) Anmeldetag: **26.07.2024**

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

(72) Erfinder:
• **Rauschmeier, Alexander**
80995 München (DE)
• **Roth, Christian**
80995 München (DE)
• **Stiftner, Thomas**
80995 München (DE)
• **Huber, Ralf**
80995 München (DE)

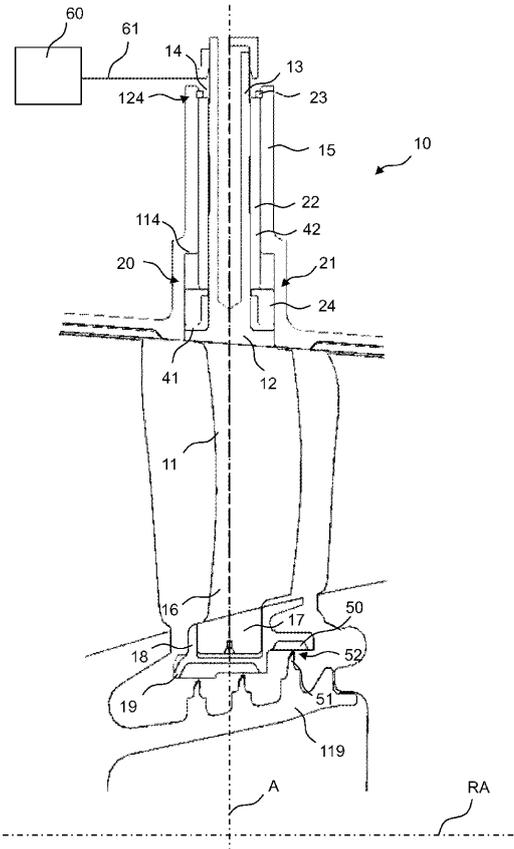
(30) Priorität: **08.08.2023 DE 102023121106**

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

(54) **LEITSCHAUFELANORDNUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE, VERFAHREN ZUR MONTAGE EINER LEITSCHAUFELANORDNUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE, UND STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, ein Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, sowie eine Strömungsmaschine. Die Leitschaufelanordnung (10) weist mehrere verstellbare Leitschaufeln (11) auf, deren Leitschaufelplattform (12) einen in einer Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15) der Strömungsmaschine gelagerten Leitschaufelzapfen (13) aufweist. Ein Leitschaufelkopf (16) der Leitschaufel (11) weist einen Lagerzapfen auf, der an einem an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine angeordneten Innenring (19) gelagert ist. 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.

Fig. 1



EP 4 506 543 A1

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 Innenrings 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 ver-

stellbaren 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. Dabei ist jede Leitschaufel mittels jeweils einer in der Aufnahmeöffnung angeordneten Abstützeinrichtung gegen das Gehäuse abgestützt. Die Abstützeinrichtung weist wenigstens ein erstes Abstützelement und wenigstens ein zweites Abstützelement auf, wobei das erste Abstützelement mittels des zweiten Abstützelement innerhalb der Aufnahmeöffnung radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine an dem Gehäuse abgestützt ist.

[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 eine Montage der Leitschaufelanordnung durch eine vereinfachte Bauweise des Innenrings erleichtert wird.

[0007] Die Abstützelemente können dabei derart ausgebildet sein und/ oder in der Aufnahmeöffnung 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 jeweils, den Leitschaufelzapfen radial wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, umschließen.

[0008] 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 bzw. am inneren Umfang der Aufnahmeöffnung anzuliegen, um die Leitschaufel bzw. den Leitschaufelzapfen und/ oder die Leitschaufelplattform abzustützen. Die Abstützelemente können dabei einzeln und/ oder unabhängig voneinander in die Aufnahmeöffnung einbringbar sein, wodurch eine Montage der Leitschaufelanordnung weiter vereinfacht wird.

[0009] 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.

[0010] 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 angeordneten radial inneren Teil eine Labyrinthdichtung ausbildet.

[0011] 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.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine angegeben, umfassend die folgenden Schritte:

- Anordnen eines ersten Abstützelements um einen an einer Leitschaufelplattform einer Leitschaufel angeordneten Leitschaufelzapfen;
- Führen des Leitschaufelzapfens in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung eines Gehäuses;
- Bereitstellen eines Innenrings an einem Rotor der Strömungsmaschine;
- Führen des Leitschaufelzapfens aus der Aufnahmeöffnung bis ein an einem Leitschaufelkopf der Leitschaufel angeordneter Lagerzapfen in einen am Innenring angeordneten Lagersitz eingreift;
- Anordnen eines zweiten Abstützelements in der Aufnahmeöffnung, so dass die Leitschaufel in radialer Richtung der Strömungsmaschine gegen das Gehäuse abgestützt wird.

[0013] Durch das radiale Führen der Leitschaufel in der Aufnahmeöffnung wird die Montage der Leitschaufelanordnung vereinfacht, damit 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 Leitschaufelanordnung in einem einteilig ausgeführten Gehäuse anzuordnen, wodurch die Strömungsmaschine leichter und kostengünstiger gestaltet werden kann.

[0014] Da die Leitschaufelanordnung rotationssymmetrisch zur Drehachse des Rotors angeordnet ist, kann die Montage der Leitschaufeln am Innenring radial um den Rotor herum erfolgen. Ferner kann der Innenring aufgrund der Nutzung eines gehäuseseitigen Montage-raums zur Abstützung der Leitschaufeln einfacher ausgebildet werden. Dieser kann bei einer erfindungsgemäßen Leitschaufelanordnung 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.

[0015] Die vorgeschlagene Lösung beruht unter anderem auf der Idee, eine Leitschaufel an ihrem gehäuseseitigen Ende so abzustützen, dass die Leitschaufelanordnung eine ausreichende Stabilität aufweisen kann, um den Aufbau des Innenrings einfacher zu gestalten. Es wird hierzu vorgeschlagen, jede Aufnahmeöffnung zu nutzen, um eine jeweilige ihr zugeordnete Leitschaufel einzeln in dieser abzustützen.

[0016] Die Aufnahmeöffnung erstreckt sich dabei von einem inneren Umfang des Gehäuses durchgehend bis zu einem äußeren Umfang des Gehäuses der Strömungsmaschine. Dabei kann eine Aufnahmeöffnung jeweils rotationssymmetrisch um eine Radiale der Strömungsmaschine ausgebildet und von Gehäuse der Strömungsmaschine begrenzt sein. Die Abstützeinrichtung kann dabei ausgebildet sein, die Aufnahmeöffnung bzw. einen Raum zwischen dem Leitschaufelzapfen und der Aufnahmeöffnung, 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.

[0017] Die vorgeschlagene Leitschaufelanordnung bzw. das vorgeschlagene Verfahren zur Montage einer Leitschaufelanordnung ermöglicht es bei der Montage der Leitschaufeln an dem Innenring einen durch die Auf-

nahmeöffnung 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.

[0018] 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 eine Anzahl insbesondere radial zur Strömungsmaschine ausgerichteter Lagersitze auf, welche eingerichtet sind, jeweils einen Lagerzapfen einer Leitschaufel aufzunehmen.

[0019] 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.

[0020] 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 Flansflächen ein ungleiches thermisches Verhalten über den Umfang des Gehäuses, welches die Radialspalte zwischen Rotor und Stator ungünstig beeinflussen kann. 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. Bei anderen Ausführungsformen kann das Gehäuse aus zwei halbringförmigen Gehäuseteilen zusammengesetzt werden.

[0021] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelan-

ordnung 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 des Leitschaufelzapfens reduziert werden.

[0022] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist die Aufnahmeöffnung an ihrem radial inneren Endbereich kreisförmig ausgebildet und weist einen Durchmesser auf, der im Wesentlichen einem Durchmesser der Leitschaufelplattform entspricht. Die Leitschaufelplattform weist dabei insbesondere senkrecht zu einer Verstellachse der Leitschaufel eine im Wesentlichen kreisförmige Außenkontur auf, um eine Drehung um die Verstellachse zu ermöglichen. Hierdurch kann die Leitschaufelplattform drehbar in dem Gehäuse bzw. der Aufnahmeöffnung aufgenommen und gehalten werden, wobei gleichzeitig eine Abstützung in radialer Richtung der Leitschaufelplattform bereitgestellt werden kann. Darüber hinaus kann durch den vorgeschlagenen Aufbau, welcher eine Abstützeinrichtung in der Aufnahmeöffnung bzw. zwischen dem Leitschaufelzapfen und dem Gehäuse vorsieht, die insbesondere um ein der Leitschaufelplattform zugewandtes Ende eines Leitschaufelzapfens angeordnet ist, die Schwingungsresistenz der Leitschaufel(n) und somit auch der Leitschaufelanordnung verbessert werden.

[0023] Bei einigen Ausführungsformen kann die Aufnahmeöffnung in ihrem zur Strömungsmaschine radialen Verlauf wenigstens zwei unterschiedliche Durchmesser aufweisen, wobei ein radial äußerer Durchmesser kleiner ausgebildet sein kann als ein radial innen liegender Durchmesser. Durch die unterschiedlichen Durchmesser kann ein Anschlag für den Leitschaufelzapfen, die Leitschaufelplattform und/ oder ein daran angeordnetes Abstützelement ausgebildet werden, sodass die Leitschaufel in ihrer Bewegung während der Montage, nach radial außen blockiert ist.

[0024] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung sind wenigstens zwei benachbarte Aufnahmeöffnungen an ihrem radial inneren Bereich mittels einer Verbindungsöffnung derart miteinander verbunden, dass die Leitschaufel abschnittsweise, insbesondere temporär, in der Verbindungsöffnung aufnehmbar ist. Hierdurch kann die Leitschaufel bei der Montage weiter in Richtung des Gehäuses verlagert werden, um einen verfügbaren Bauraum zum Anordnen des Innenrings vergrößern zu können. Dabei kann die jeweilige Leitschaufel beim Einführen in die Aufnahmeöffnung derart gedreht bzw. angeordnet werden, dass ihr Schaufelblatt in einer Umfangsrichtung der Strömungsmaschine ausgerichtet ist, um in der Verbindungsöffnung aufgenommen werden zu können.

[0025] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist die Abstützeinrichtung eingerichtet, wenig-

tens eine Drehlagerbuchse für die Leitschaufel bzw. den Leitschaufelzapfen zu lagern. Eine Drehlagerbuchse kann dabei beispielsweise ein Radiallager, ein Querlager bzw. ein radiales Gleitlager, eine Gleitbuchse und/ oder eine Bundbuchse sein, welches insbesondere zwei Freiheitsgrade in radialer Richtung seines kreisförmigen Querschnitts unterbindet. 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. Hierbei kann die Drehlagerbuchse eine Komponente der Abstützeinrichtung, insbesondere das erste und/ oder zweite Abstützelement, ausbilden bzw. sein.

[0026] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist die Abstützeinrichtung mittels eines Sicherungselements an der Aufnahmeöffnung des Gehäuses arretiert. Bei einigen Ausführungsformen kann die Aufnahmeöffnung insbesondere in ihrem in Längsrichtung der Leitschaufelplattform abgewandten Bereich eine Aufnahmenut für das Sicherungselement aufweisen. Dabei kann das Sicherungselement beispielsweise das zweite Abstützelement ausbilden und/ oder ein Teil der Abstützeinrichtung sein. Insbesondere ist das erste Abstützelement und/ oder die Abstützeinrichtung derart mittels des Sicherungselements arretiert bzw. fixiert, dass es, insbesondere im Betrieb, in radialer Richtung der Strömungsmaschine fest in der Aufnahmeöffnung angeordnet ist. Beispielsweise kann ein als Sicherungsring ausgebildetes Sicherungselement an oder in einer geeignet ausgebildeten Nut bzw. einer Wandung der Aufnahmeöffnung angeordnet sein oder werden und so das erste Abstützelement bzw. die Abstützeinrichtung in Position halten. Das Sicherungselement und die Aufnahmeöffnung bzw. deren Nut können beispielsweise korrespondierend zueinander ausgebildet sein, sodass eine formschlüssige Verbindung zwischen Sicherungselement und Aufnahmeöffnung ausgebildet werden kann. Hierdurch kann eine zusätzliche Fixierung insbesondere eines ersten Abstützelements bzw. der Abstützeinrichtung entfallen, wodurch eine Montage der Leitschaufelanordnung vereinfacht wird.

[0027] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung weist der Leitschaufelzapfen an seinem der Leitschaufelplattform abgewandten Bereich eine Montagenut auf. Die Montagenut kann eingerichtet sein, einen Angriffspunkt für ein Werkzeug zu bilden, sodass der Leitschaufelzapfen bzw. die Leitschaufel mittels des Werkzeugs in der Aufnahmeöffnung bewegt werden kann. Hierdurch kann beispielsweise eine Demontage der Leitschaufelanordnung vereinfacht werden.

[0028] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist das zweite Abstützelement eine Gleitbuchse für den Leitschaufelzapfen. Dabei kann die Gleitbuchse eingerichtet sein, den Leitschaufelzapfen gegenüber der im Gehäuse ausgebildeten Aufnahmeöffnung um eine Achse des Leitschaufelzapfens drehbar zu lagern und so eine Verstellbarkeit der Leitschaufel zu ermöglichen. Die Gleitbuchse kann dabei derart in der Aufnahmeöffnung angeordnet und insbesondere mittels des bzw. eines Sicherungselements an oder in der Aufnahmeöffnung des Gehäuses arretiert sein, dass sie das erste Abstützelement in einer radialen Richtung abstützt. Dabei kann die Gleitbuchse wenigstens teilweise bzw. abschnittsweise in einen Bereich der Aufnahmeöffnung mit einem vergrößerten Durchmesser reichen.

[0029] Bei einer Ausführungsform weist das erste Abstützelement wenigstens ein Distanzelement auf, welches eingerichtet ist, wenigstens eine Bundbuchse für die Leitschaufelplattform zu lagern bzw. die Bundbuchse an der Leitschaufelplattform zu lagern. Hierbei kann das Distanzelement eingerichtet sein, um den Leitschaufelzapfen und/oder um die Leitschaufelplattform herum angeordnet zu werden. Dabei kann das Distanzelement eingerichtet sein, den Leitschaufelzapfen wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, zu umgreifen und diesen insbesondere gegenüber einem vergrößerten Durchmesser der Aufnahmeöffnung abzustützen.

[0030] Bei einer Ausführungsform ist das Distanzelement eingerichtet, eine Gleitbuchse bzw. Druckscheibe wenigstens teilweise aufzunehmen, insbesondere um diese gegen die Leitschaufelplattform zu fixieren und/ oder ein Verstellen der Leitschaufel um die Verstellachse bzw. den Leitschaufelzapfen zu ermöglichen. Durch die so ermöglichte Befestigung der Druckscheibe kann ein Verschleiß reduziert werden.

[0031] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist das erste Abstützelement ein Hülsenelement, welches eingerichtet ist, den Leitschaufelzapfen wenigstens teilweise zu umgreifen. Dabei kann das Hülsenelement eingerichtet sein, den Leitschaufelzapfen gegenüber der im Gehäuse ausgebildeten Aufnahmeöffnung, insbesondere mittels wenigstens einer in dem Hülsenelement angeordneten Drehlagerbuchse bzw. Gleitbuchse, um eine Achse des Leitschaufelzapfens drehbar lagern. Das Hülsenelement kann dabei in der Aufnahmeöffnung angeordnet und insbesondere mittels des bzw. eines Sicherungselements an oder in der Aufnahmeöffnung des Gehäuses arretiert sein. Hierbei kann das Hülsenelement die Leitschaufelplattform und/ oder eine daran angeordnete Bundbuchse in einer zur Strömungsmaschine radialen Richtung abstützen. Auf diese Weise ist auch eine platzsparende und somit gewichtsparende Lagerung der Leitschaufel(n) ermöglicht werden.

[0032] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung ist das Hülsenelement eingerichtet, zwei Drehlagerbuchsen gegenüber der Leitschaufel zu lagern. Hierbei kann das Hülsenelement eine Querschnittsver-

engung aufweisen, welche die zwei Drehlagerbuchsen räumlich voneinander trennen kann. Insbesondere kann ein solches Hülsenelement eingerichtet sein, eine Gleitbuchse im Bereich des Leitschaufelzapfens bzw. relativ zu dem Leitschaufelzapfen und eine Bundbuchse im Bereich der Leitschaufelplattform bzw. relativ zu der Leitschaufelplattform zu lagern und damit eine Drehbarkeit der Leitschaufel in der Aufnahmeöffnung zu ermöglichen. Auf diese Weise können auch mehrere Drehlager positioniert werden, wodurch eine Stabilität der Leitschaufel und somit der Leitschaufelanordnung verbessert werden kann.

[0033] Bei einer Ausführungsform der Leitschaufelanordnung kann eine Vielzahl von Leitschaufeln radial, insbesondere umlaufend, an dem Gehäuse angeordnet sein, wobei jede Leitschaufel mittels jeweils einer Abstützeinrichtung gegen das Gehäuse abgestützt sein kann.

[0034] Bei einer Ausführungsform kann das Ausführen des Leitschaufelzapfens aus der Aufnahmeöffnung mittels eines Werkzeugs von einem radial äußeren Bereich der Aufnahmeöffnung erfolgen. Hierdurch kann der Leitschaufelzapfen bzw. die Leitschaufel mittels des Werkzeugs insbesondere über eine vorbestimmte Distanz bewegt werden, um eine Montage präziser gestalten und/ oder beschleunigen zu können.

[0035] Bei einer Ausführungsform kann das Anordnen des zweiten Abstützelements und/ oder des Sicherheitselements von einem radial äußeren Bereich der Aufnahmeöffnung erfolgen. Dabei kann, insbesondere nachdem die Leitschaufel 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.

[0036] Bei einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen weiteren Schritt des Anordnens eines Sicherungselements zum Arretieren des ersten und/ oder des zweiten Abstützelements und/ oder der Abstützeinrichtung. Hierbei kann das Sicherungselement von einem radial äußeren Bereich in die Aufnahmeöffnung eingebracht werden, um dort fixiert bzw. arretiert zu werden. Das Sicherungselement ist insbesondere eingerichtet und/ oder derart angeordnet, dass das erste und/ oder das zweite Abstützelement bzw. die Abstützeinrichtung in einer Richtung radial zur Rotorachse der Strömungsmaschine fixiert ist bzw. sind. Das erste Abstützelement, das zweite Abstützelement und/ oder die Abstützeinrichtung können auf diese Weise lagefixiert, insbesondere lösbar, befestigt werden, um die Leitschaufel gegen das Gehäuse abzustützen.

[0037] 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 Montageaum bewegen zu können, wodurch ein Bauraum zum Bereitstellen des Innenrings vergrößert werden kann.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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 her-

stellbar ist.

[0045] 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.

[0046] Die vorliegende Offenbarung umfasst ferner eine weitere Leitschaufelanordnung einer Strömungsmaschine mit mehreren Leitschaufeln. 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. Die Abstützeinrichtung weist dabei wenigstens ein erstes Abstützelement auf, welches wenigstens im Wesentlichen als Ringsegment, insbesondere als Halbring, ausgebildet ist.

[0047] Der Montageraum ist dabei insbesondere umlaufend bzw. in Umfangsrichtung durchgehend in dem Gehäuse ausgebildet, sodass das wenigstens eine erste Abstützelement in einer Umfangsrichtung des Gehäuses bzw. der Strömungsmaschine in den Montageraum einbringbar ist. Insbesondere weist die Abstützeinrichtung zwei erste Abstützelemente auf, wobei jeweils eines der Abstützelemente in axialer Richtung der Strömungsmaschine benachbart zu dem jeweiligen Leitschaufelzapfen angeordnet ist. Hierdurch kann eine beidseitig stabile Abstützung bzw. Lagerung des Leitschaufelzapfens und somit der Leitschaufel bereitgestellt werden.

[0048] Hierbei kann die Abstützeinrichtung wenigstens ein Distanzelement aufweisen, welches eingerichtet ist, um den Leitschaufelzapfen und/oder um die Leitschaufelplattform herum angeordnet zu werden. Dabei kann das Distanzelement eingerichtet sein, die Leitschaufelplattform wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, zu umgreifen und diese gegenüber dem Gehäuse und/oder der Abstützeinrichtung abzustützen. Die Leitschaufelplattform weist senkrecht zu einer Verstellachse der Leitschaufel eine im Wesentlichen kreisförmige Außenkontur auf, um eine Drehung um die Verstellachse zu ermöglichen. Dadurch, dass das Distanzelement die jeweilige Leitschaufelplattform umgreift und gleichzeitig gegenüber dem Gehäuse und/oder der Abstützeinrichtung positioniert bzw. abgestützt sein kann, können Kräfte von den Leitschaufeln aufgenommen werden.

[0049] Das Distanzelement kann eingerichtet sein, 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.

[0050] Das Distanzelement kann einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweisen. 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.

[0051] Zudem wird ein Verfahren zur Montage einer solchen Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine angegeben, umfassend die folgenden Schritte:

- Führen eines an einer Leitschaukelplattform einer Leitschaukel angeordneten Leitschaukelchaffens 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 einen am Innenring angeordneten Lager sitzt eingreift, wobei die Leitschaukelplattform mit dem Gehäuse einen Montageraum ausbildet;
- Anordnen einer Abstützeinrichtung in dem Montageraum, sodass die Leitschaukel gegen das Gehäuse abgestützt wird, wobei wenigstens ein erstes Abstützelement der Abstützeinrichtung in einer Umfangsrichtung der Strömungsmaschine bzw. des Gehäuses in den Montageraum eingeführt wird; und
- Arretieren der Abstützeinrichtung.

[0052] Hierbei ist das Gehäuse insbesondere wenigstens zweiteilig ausgebildet, sodass das Gehäuse nach Einführen der insbesondere als Halbring ausgebildeten ersten Abstützeinrichtung(en) zusammengesetzt wer-

den kann. Hierdurch kann eine Montage der Leitschaukelanordnung vereinfacht werden, wobei zu dem ein Bauroum in der Strömungsmaschine verbessert genutzt und der Aufbau des Innenrings vereinfacht ausgeführt werden kann.

[0053] 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 Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 2 eine schematische Darstellung zwei weiterer Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine;

Fig. 5a bis 5g schematische Darstellungen eines Ablaufs des ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine aus Fig. 4;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Montage einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine der Fig. 3;

Fig. 7a bis 7b schematische Darstellungen eines Ablaufs des Verfahrens zur Montage einer Leitschaukelanordnung einer Strömungsmaschine aus Fig. 6;

Fig 8a bis Fig. 8f eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Montage einer Strömungsanordnung einer Strömungsmaschine.

[0054] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Leitschaukelanordnung 10 für eine Strömungsmaschine, aufweisend mehrere verstellbare Leitschaukeln 11, deren Leitschaukelplattform 12 einen Leitschaukelzapfen 13 aufweist, welcher in einer radial zu einer Rotorachse RA der Strömungsmaschine angeordneten Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 der Strömungsmaschine gelagert ist. Eine Verstellereinrichtung 60 ist mittels eines Verstellhebels 61 mit dem Leitschaukelzapfen 13 verbunden, um die Leitschaukel 11 um ihre Verstellachse A zu drehen.

[0055] Ein Leitschaukelkopf 16 der Leitschaukel 11 weist einen Lagerzapfen 17 auf, welcher in einem Lagerstift 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.

[0056] Zwischen der Leitschaukelplattform 12 und dem Gehäuse 15 ist in der Aufnahmeöffnung 14 ein erstes Abstützelement 21 und ein zweites Abstützelement 22 angeordnet, die eine Abstützeinrichtung 20 bilden, mittels welcher die Leitschaukel 11 gegen das Gehäuse 15 abgestützt ist. Hierbei sind die Abstützelemente 21, 22 bzw. die Abstützeinrichtung 20 eingerichtet, die Leitschaukel 11 um ihre Verstellachse A in der Aufnahmeöffnung 14 zu zentrieren.

[0057] Die Aufnahmeöffnung 14 weist an ihrem radial inneren Endbereich einen Durchmesser auf, der im Wesentlichen einem Durchmesser der Leitschaukelplattform 12 entspricht, wobei dieser vergrößerte Abschnitt der Aufnahmeöffnung 14 von einem Absatz 114 begrenzt wird. In diesem vergrößerten Abschnitt der Aufnahmeöffnung 14 ist das erste Abstützelement 21 angeordnet und ist mittels des zweiten Abstützelements 22 in radialer Richtung der Strömungsmaschine abgestützt.

[0058] Das erste Abstützelement 21 weist ein Distanzelement 24 auf, welches als Hohlzylinder ausgebildet ist, welcher radial um den Leitschaukelzapfen 13 angeordnet ist und eine Bundbuchse 41 gegenüber der Leitschaukelplattform 12 lagert. Das zweite Abstützelement 22 ist als Gleitbuchse ausgebildet, die in der Aufnahmeöffnung 14 angeordnet ist, um ein Verstellen der Leitschaukel 11 zu ermöglichen. Dabei ist das zweite Abstützelement 22 und damit auch das erste Abstützelement 21 mittels eines hier als Sicherungsring ausgebildeten Sicherungselements 23 gegenüber der Aufnahmeöffnung in radialer Richtung gesichert. Hierzu weist die Aufnahmeöffnung 14 eine Ausnehmung 124 auf, in welcher das Sicherungselement 23 arretiert ist.

[0059] Fig. 2 zeigt zwei weitere Ausführungsbeispiele von Leitschaukelanordnungen 10 für eine Strömungsmaschine, wobei links ein zweites Ausführungsbeispiel

und rechts ein drittes Ausführungsbeispiel einer hierin beschriebenen Leitschaukelanordnung 10 dargestellt ist. Beide Leitschaukelanordnungen 10 entsprechen dabei im Wesentlichen der in Fig. 1 dargestellten Leitschaukelanordnung 10, wobei im Folgenden lediglich auf die Unterschiede eingegangen wird. Zunächst wird das linkerhand dargestellte zweite Ausführungsbeispiel beschrieben:

[0060] In dem links dargestellten Ausführungsbeispiel ist das erste Abstützelement 21 als Hülsenelement ausgebildet, welches eingerichtet ist, den Leitschaukelzapfen 13 wenigstens teilweise zu umgreifen. Das Hülsenelement 21 ist in der Aufnahmeöffnung 14 zwischen dem Gehäuse 15 und dem Leitschaukelzapfen 13 angeordnet und ist eingerichtet, zwei Drehlagerbuchsen 41, 42 gegenüber der Leitschaukel 11 zu lagern. Hierbei weist das Hülsenelement 21 an seinem radial zur Strömungsmaschine äußeren Bereich einen vergrößerten Aufnahmequerschnitt auf, in welchem eine Gleitbuchse 42 angeordnet ist, um eine Rotation der Leitschaukel 11 um die Verstellachse A zu ermöglichen. An seinem radial inneren Ende weist das Hülsenelement 21 einen vergrößerten Aufnahmequerschnitt auf, um eine Bundbuchse 41 aufzunehmen und gegenüber der Leitschaukelplattform 12 zu positionieren. Das Hülsenelement 21 weist an seinem radial inneren Ende einen vergrößerten Außendurchmesser auf, welcher im Wesentlichen einem Durchmesser der Leitschaukelplattform 12 entspricht, sodass der in der Aufnahmeöffnung 14 gebildete Anschlag 114 bei einer Montage dazu dienen kann, dass die Leitschaukel 11 nicht zu weit nach radial außen positioniert wird.

[0061] Das zweite Abstützelement 22 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Ringelement ausgebildet, welches mittels eines Sicherungselements 23 in der Aufnahmeöffnung 114 arretiert ist. Hierdurch kann die Leitschaukel 11 in radialer Richtung fixiert und gleichzeitig in der Aufnahmeöffnung abgestützt sein.

[0062] In dem rechter Hand in Fig. 2 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel ist das erste Abstützelement 21 ebenfalls als Hülsenelement ausgebildet und eingerichtet, zwei Drehlagerbuchsen 41, 42 gegenüber der Leitschaukel 11 bzw. dem Leitschaukelzapfen 13 und der Leitschaukelplattform 12 zu lagern. Im Unterschied zu dem vorangehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel weist die Aufnahmeöffnung 14 keinen Absatz 114 auf, sondern weist über ihre Längserstreckung einen gleich bleibenden Durchmesser auf.

[0063] Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer Leitschaukelanordnung 10 für eine Strömungsmaschine. In dem dargestellten Beispiel ist zwischen der Leitschaukelplattform 12 und dem Gehäuse 15 ein Montageraum 30 angeordnet, in welchem ein erstes Abstützelement 21 angeordnet ist, um mit dem zweiten Abstützelement 22 eine Abstützeinrichtung 20 auszubilden, mittels welcher die Leitschaukel 11 gegen das Gehäuse 15 abgestützt ist. Hierbei ist das zweite Abstützelement 22 als Gleitbuchse ausgebildet und zwischen dem Leitschaukelzapfen 13 und dem Ge-

häuse 15 in der Aufnahmeöffnung 14 angeordnet, um die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A mittels einer Verstelleinrichtung 60 verstellen zu können.

[0064] Das erste Abstützelement 21 ist dabei als Halbring ausgebildet und kann in einer Umfangsrichtung in dem zwischen dem Absatz 114 und der Leitschaufelplattform 12 ausgebildeten Montageraum 30 in einer Umfangsrichtung des Gehäuses 15 bzw. der Strömungsmaschine eingeschoben werden.

[0065] Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines ersten beispielhaften Verfahrens 100 zur Montage einer Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine.

[0066] In einem ersten Schritt 101 wird ein erstes Abstützelement 21 um einen an einer Leitschaufelplattform 12 einer Leitschaufel 11 angeordneten Leitschaufelzapfen 13 angeordnet. Das erste Abstützelement 21 kann dabei ein holzylinderförmig ausgebildetes Element sein, welches eingerichtet ist, eine Bundbuchse an der Leitschaufelplattform 12 zu positionieren. Diese Bundbuchse 41 kann in einem vorhergehenden Schritt um den Leitschaufelzapfen 13 angeordnet werden. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann das erste Abstützelement 21 als Hülsenelement ausgebildet sein, in welchem in einem optionalen vorhergehenden Schritt eine Bundbuchse 41 und eine Gleitbuchse 42 angeordnet werden.

[0067] In einem zweiten Schritt 102 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 103 wird ein Innenring 19 an einem Rotor 119 der Strömungsmaschine bereitgestellt. In einem weiteren Schritt 104 wird der Leitschaufelzapfen 13 aus der Aufnahmeöffnung 14 in radialer Richtung zur 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. Hierbei kann das Ausführen des Leitschaufelzapfens 13 aus der Aufnahmeöffnung 14 mittels eines Werkzeugs von einem radial äußeren Bereich der Aufnahmeöffnung 14 erfolgen. Das Führen des Leitschaufelzapfens 13 in und aus der Aufnahmeöffnung 14 erfolgt dabei entlang einer radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordneten Verstellachse A der Leitschaufel 11.

[0068] In einem weiteren Schritt 105 wird ein zweites Abstützelement 22 in der Aufnahmeöffnung 14 angeordnet bzw. platziert, derart dass die Leitschaufel 11 in radialer Richtung der Strömungsmaschine gegen das Gehäuse 15 abgestützt wird. Dabei kann das Anordnen des zweiten Abstützelements 22 von einem radial äußeren Bereich der Aufnahmeöffnung aus erfolgen.

[0069] In einem weiteren optionalen Schritt kann in einigen Ausführungsbeispielen des vorgeschlagenen Verfahrens 100 ein Sicherungselement 23 zum Arretieren des ersten und/ oder zweiten Abstützelements 21, 22 angeordnet werden. In einem weiteren Schritt 106 wird

der Leitschaufelzapfen 13 mit einer Verstelleinrichtung 60, insbesondere mittels eines Verstellhebels 61 verbunden, um die Leitschaufel 11 um ihre Verstellachse A verstellen zu können.

5 **[0070]** Fig. 5a bis 5h zeigen beispielhaft illustrierte Schritte eines Verfahrens 100 zur Montage einer Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine.

[0071] In einem ersten optionalen in Fig. 5a dargestellten Schritt wird ein Gehäuse 15 für eine Leitschaufelanordnung 10 einer Strömungsmaschine bereit gestellt. Das Gehäuse 15 weist mehrere Aufnahmeöffnungen 14 auf, die sich radial zu einer Drehachse der Strömungsmaschine erstrecken. Jeweils zwei Aufnahmeöffnungen 14 sind an ihrem radial inneren Bereich mittels einer Verbindungsöffnung 115 miteinander verbunden. Fig. 5b zeigt eine Darstellung des Schritts 101 aus Fig. 4, in welchem ein erstes Abstützelement 21 um einen Leitschaufelzapfen 13 einer Leitschaufel 11 angeordnet wird. Fig. 5c zeigt eine Darstellung einer Leitschaufel 11 in einer eingeführten Position, in welcher das erste Abstützelement 21 an einem in der Aufnahmeöffnung 14 ausgebildeten Absatz 114 anliegt. In dem zwischen dem Leitschaufelzapfen 13 und dem Gehäuse 15 gebildeten Zwischenraum kann ein Werkzeug 70 angeordnet werden, um die Leitschaufel 11 um eine insbesondere vorbestimmte Distanz aus der Aufnahmeöffnung 14 auszuführen und an dem Innenring positionieren zu können.

[0072] Fig. 5d zeigt eine weitere Darstellung der Leitschaufel 11 im vollständig eingeführten Zustand. Hier ist zu erkennen, dass die Schaufelblätter der Leitschaufeln 11 in einer Umfangsrichtung des Gehäuses 15 orientiert sind, sodass diese in den Verbindungsöffnungen 115 aufgenommen werden können, um einen Raumgewinn zur Anordnung des Innenrings 19 zu ermöglichen und eine Montage erleichtern zu können.

[0073] Fig. 5e zeigt die Leitschaufel 11 nachdem sie in einem Schritt 104 aus der Aufnahmeöffnung 14 mittels des Werkzeugs 70 ausgeführt wurde. Hierbei ist das erste Abstützelement 21 beabstandet zu dem Absatz 114 der Aufnahmeöffnung 14 angeordnet und die Leitschaufelplattform 12 schließt bündig mit einem radial inneren Rand des Gehäuses 15 ab.

[0074] In Fig. 5f ist ein Schritt 105 dargestellt, wobei ein zweites Abstützelement 22 in Form einer Gleitbuchse von einem radial äußeren Bereich der Aufnahmeöffnung 14 in dieser angeordnet wird. Fig. 5g zeigt eine mittels des ersten und zweiten Abstützelements 21, 22 gebildete Abstützeinrichtung 20, die mittels eines in der Aufnahmeöffnung 14 angeordneten Sicherungselements 23 arretiert ist, um das zweite Abstützelement 22 und damit auch das erste Abstützelement 21 in radialer Richtung der Strömungsmaschine gegen das Gehäuse 15 abzustützen bzw. in Position zu halten. Ferner ist eine Montagenut 33 an dem der Leitschaufelplattform 12 abgewandten Bereich des Leitschaufelzapfens 13 angeordnet, die einen Angriffspunkt für eine Montage und/ oder Demontage der Leitschaufelanordnung dienen kann, um ein Bewegen der Leitschaufel 11 in der Aufnahmeöffnung 14 zu

erleichtern.

[0075] Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens 200 zur Montage einer in den Fig. 7a und 7b dargestellten Leitschaukelanordnung 10 einer Strömungsmaschine.

[0076] In einem ersten Schritt 201 wird ein an einer Leitschaukelplattform 12 einer Leitschaukel 11 angeordneter Leitschaukelzapfen 13 in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung 14 eines Gehäuses 15 eingeführt, insbesondere bis die Leitschaukelplattform 12 an dem Gehäuse 15 anliegt. In einem optionalen Schritt 207 kann zuvor ein Abstützelement 32 und/ oder eine Drehlagerbuchse 41, 42 um den Leitschaukelzapfen 13 bzw. die Leitschaukelplattform 12 angeordnet bzw. dort bereitgestellt werden.

[0077] In einem Schritt 202 wird ein Innenring 19 an einem Rotor 119 der Strömungsmaschine bereitgestellt und in einem weiteren Schritt 203 wird der Leitschaukelzapfen 13 aus der Aufnahmeöffnung 14 radial zu einer Rotorachse RA der Strömungsmaschine ausgeführt, 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 15 einen Montage-
raum 30 ausbildet, der umlaufend bzw. in Umfangs-
richtung durchgehend in dem Gehäuse 15 ausgebildet
ist.

[0078] In einem Schritt 204 wird ein erstes Abstützelement 21 in dem Montage-
raum 30 angeordnet, um die
Leitschaukel 11 gegenüber dem Gehäuse 15 abzustützen. Hierbei wird das erste Abstützelement 21 in einer Umfangsrichtung des Gehäuses 15 bzw. der Strömungsmaschine in den Montage-
raum 30 eingebracht. In einem weiteren Schritt 205 wird der Leitschaukelzapfen 13 mit einer Verstelleinrichtung 60, insbesondere mittels eines Verstellhebels 61, verbunden, um die Leitschaukel 11 um ihre Verstellachse A verstellen zu können. In einem weiteren Schritt 205 wird die Abstützeinrichtung 20, insbesondere mittels eines Befestigungselements 24 fixiert bzw. arretiert.

[0079] Das Verfahren kann einen weiteren Schritt des Anordnens eines Distanzelements 24 um den Leitschaukelzapfen 13 bzw. die Leitschaukelplattform 12 der Leitschaukel 11 aufweisen. Dabei kann zunächst eine Bundbuchse 41 bzw. Druckscheibe in das Distanzelement 24 eingelegt werden oder um den Leitschaukelzapfen 13 angeordnet werden, bevor das Distanzelement 24 an dem Leitschaukelzapfen 13 bzw. der Leitschaukelplattform 12 angeordnet wird und der Leitschaukelzapfen 13 in die Aufnahmeöffnung 14 des Gehäuses 15 eingeführt wird. So kann das Distanzelement 24 vorgehalten werden, um in einem weiteren Schritt in eine Endlage gebracht zu werden, um die Leitschaukel(n) 11 gegeneinander bzw. gegen das Gehäuse 15 abzustützen. Hierbei ist das Distanzelement 24 insbesondere ausgebildet, die Aufnahmeöffnung 14 zusammen mit der Leitschaukelplattform 12 in eine dem Rotor 119 zugewandten Richtung abzuschließen. Die Öffnung des Gehäuses 15,

welche insbesondere eine Öffnung des Montage-
raums 30 bildet, und/oder der Montage-
raum 30 können umlaufend bzw. durchgängig an dem Gehäuse 15 ausgebildet und insbesondere umlaufend bzw. durchgängig mittels der Leitschaukelplattformen 12 und Distanzelemente 24 abgeschlossen sein.

[0080] Fig. 7a und 7b zeigen Schritte des voranstehend zu Fig. 6 beschriebenen Verfahrens 200 zur Montage einer Leitschaukelanordnung 10 einer Strömungsmaschine in schematischen Illustrierungen.

[0081] In Fig. 7a ist dargestellt, wie in dem Schritt 203 der Montage-
raum 30 zwischen der Leitschaukelplattform 12 bzw. dem die Leitschaukelplattform 12 umgebenden Distanzelement 24 und dem Gehäuse 15 ausgebildet wird, wobei dieser umlaufend bzw. in Umfangsrichtung durchgehend in dem Gehäuse 15 ausgebildet ist.

[0082] Fig. 7b illustriert den Schritt 204, in welchem zwei erste Abstützelemente 21 in Umfangsrichtung des Gehäuses 15 in den Montage-
raum 30 eingebracht werden. In der Darstellung ist zu erkennen, dass die beiden ersten Abstützelemente 21 zu beiden Seiten in axialer Richtung der Strömungsmaschine benachbart zu dem bzw. den Leitschaukelzapfen 13 angeordnet werden, um die Leitschaukel(n) abzustützen.

[0083] Fig. 8a bis Fig. 8f zeigen eine schematische Darstellung von Schritten eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 300 zur Montage einer Strömungsanordnung 310 einer Strömungsmaschine. Fig. 8a zeigt einen Schritt des Bereitstellens eines Gehäuses 15. Fig. 8b zeigt das Anordnen einer ersten Laufschaufelanordnung 311, aufweisend einen ersten Rotorabschnitt 312 in dem Gehäuse 15. Fig. 8c zeigt das Montieren einer ersten Leitschaukelanordnung 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 Leitschaukel(n) 11 der Leitschaukelanordnung 10 an diesem angeordnet werden können. Da bei dem vorgeschlagenen Verfahren gegenüber bekannten Verfahren insbesondere eine Montage mehrerer Innenringkomponenten entfallen kann, vereinfacht sich die Montage der Strömungsanordnung 310.

[0084] Fig. 8d zeigt das Anordnen einer zweiten Laufschaufelanordnung 313, welche einen zweiten Rotorabschnitt 314 aufweist, in dem Gehäuse 15 und Fig. 8e zeigt das Montieren einer zweiten Leitschaukelanordnung 10 gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren 100 in dem Gehäuse 15. Fig. 8f zeigt das Anordnen einer dritten Laufschaufelanordnung 315, welche einen zweiten Rotorabschnitt 316 aufweist, in dem Gehäuse 15.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0085]

10	Leitschaukelanordnung
11	Leitschaukel

12	Leitschaukelplattform			
13	Leitschaukelzapfen			
14	Aufnahmeöffnung			
15	Gehäuse			
16	Leitschaukelkopf	5		
17	Lagerzapfen		2.	Leitschaukelanordnung (10) nach Anspruch 1, wobei der Innenring (19) einstückig oder segmentiert, insbesondere als Halbring ausgebildet ist.
18	Lagersitz			
19	Innenring			
20	Abstützeinrichtung			
21	erstes Abstützelement	10	3.	Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) ausgebildet ist, eine Verstellachse (A) der Leitschaukel (11) in der Aufnahmeöffnung (14) zu zentrieren.
22	zweites Abstützelement			
23	Sicherungselement			
24	Distanzelement			
30	Montageraum			
33	Montagenut	15	4.	Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufnahmeöffnung (14) an ihrem radial inneren Endbereich (114) kreisförmig ausgebildet ist und einen Durchmesser aufweist, der im Wesentlichen einem Durchmesser der Leitschaukelplattform (12) entspricht.
41	Bundbuchse			
42	Gleitbuchse			
50, 51	Teil einer Dichtungseinrichtung			
52	Dichtungseinrichtung			
60	Verstelleinrichtung	20		
61	Verstellhebel			
100	Verfahren			
101 - 106	Verfahrensschritte		5.	Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens zwei benachbarte Aufnahmeöffnungen (14) an ihrem radial inneren Bereich mittels einer Verbindungsöffnung (115) derart miteinander verbunden sind, dass die Leitschaukel (11) abschnittsweise in der Verbindungsöffnung (115) aufnehmbar ist.
114	Absatz in Aufnahmeöffnung			
115	Verbindungsöffnung	25		
119	Rotor			
124	Ausnehmung			
200	Verfahren			
201 - 207	Verfahrensschritte			
300	Verfahren	30		
310	Strömungsanordnung		6.	Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) eingerichtet ist, wenigstens eine Drehlagerbuchse (41, 42) für die Leitschaukel (11) zu lagern.
311	erste Laufschaufelanordnung			
312	erster Rotorabschnitt			
313	zweite Laufschaufelanordnung			
314	zweiter Rotorabschnitt	35		
315	dritte Laufschaufelanordnung			
316	dritter Rotorabschnitt		7.	Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) mittels eines Sicherungselements (23) an der Aufnahmeöffnung (14) des Gehäuses (15) arretiert ist.
A	Verstellachse			
RA	Rotorachse	40		

Patentansprüche

1. 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 (17) aufweist, der an einem an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine angeordneten Innenring (19) gelagert ist und wobei jede Leitschaukel mittels jeweils einer in der Aufnahmeöffnung (14) angeordneten Abstützeinrichtung (20) gegen das Gehäuse (15) abgestützt ist und wobei die Abstützeinrichtung (20) wenigstens ein erstes Abstützelement (21) und wenigstens ein zweites Abstützelement (22) aufweist und das erste Abstützelement (21) mittels des zweiten Abstützelements (22) innerhalb der Aufnahmeöffnung (14) radial zu einer Rotorachse (RA) der Strömungsmaschine an dem Gehäuse (15) abgestützt ist.
2. Leitschaukelanordnung (10) nach Anspruch 1, wobei der Innenring (19) einstückig oder segmentiert, insbesondere als Halbring ausgebildet ist.
3. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) ausgebildet ist, eine Verstellachse (A) der Leitschaukel (11) in der Aufnahmeöffnung (14) zu zentrieren.
4. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufnahmeöffnung (14) an ihrem radial inneren Endbereich (114) kreisförmig ausgebildet ist und einen Durchmesser aufweist, der im Wesentlichen einem Durchmesser der Leitschaukelplattform (12) entspricht.
5. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens zwei benachbarte Aufnahmeöffnungen (14) an ihrem radial inneren Bereich mittels einer Verbindungsöffnung (115) derart miteinander verbunden sind, dass die Leitschaukel (11) abschnittsweise in der Verbindungsöffnung (115) aufnehmbar ist.
6. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) eingerichtet ist, wenigstens eine Drehlagerbuchse (41, 42) für die Leitschaukel (11) zu lagern.
7. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abstützeinrichtung (20) mittels eines Sicherungselements (23) an der Aufnahmeöffnung (14) des Gehäuses (15) arretiert ist.
8. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Leitschaukelzapfen (13) an seinem der Leitschaukelplattform (12) abgewandten Bereich eine Montagenut (33) aufweist.
9. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Abstützelement (22) eine Gleitbuchse (42) für den Leitschaukelzapfen (13) ist.
10. Leitschaukelanordnung (10) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Abstützelement (21) wenigstens ein Distanzelement (24) aufweist, welches eingerichtet ist, wenigstens eine Bundbuchse (41) für die Leitschaukelplattform

(12) zu lagern.

- 11.** Leitschaufelanordnung (10) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das erste Abstützelement (21) ein Hülsenelement ist, welches ausgebildet ist, den Leitschaufelzapfen (13) wenigstens teilweise zu umgreifen. 5
- 12.** Leitschaufelanordnung (10) nach Anspruch 11, wobei das Hülsenelement (21) eingerichtet ist, zwei Drehlagerbuchsen (41, 42) gegenüber der Leitschaufel (11) zu lagern 10
- 13.** Leitschaufelanordnung (10) nach Anspruch 11 oder 12, wobei das zweite Abstützelement (22) das Sicherungselement (23) nach Anspruch 7 ist. 15
- 14.** Verfahren (100) zur Montage einer Leitschaufelanordnung (10) einer Strömungsmaschine, umfassend die folgenden Schritte: 20
- Anordnen (101) eines ersten Abstützelements (21) um einen an einer Leitschaufelplattform (12) einer Leitschaufel (11) angeordneten Leitschaufelzapfen (13); 25
 - Führen (102) des Leitschaufelzapfens (13) in eine radial zu einer Rotorachse der Strömungsmaschine angeordnete Aufnahmeöffnung (14) eines Gehäuses (15);
 - Bereitstellen (103) eines Innenrings (19) an einem Rotor (119) der Strömungsmaschine; 30
 - Führen (104) des Leitschaufelzapfens (13) aus der Aufnahmeöffnung (14) bis ein an einem Leitschaufelkopf (16) der Leitschaufel (11) angeordneter Lagerzapfen (17) in einen am Innenring (19) angeordneten Lagersitz (18) eingreift; 35
 - Anordnen (105) eines zweiten Abstützelements (22) in der Aufnahmeöffnung (14), so dass die Leitschaufel (11) in radialer Richtung der Strömungsmaschine gegen das Gehäuse (15) abgestützt wird. 40
- 15.** Strömungsmaschine, aufweisend wenigstens eine Leitschaufelanordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und/ oder wenigstens eine gemäß einem Verfahren (100) der Ansprüche 14 bis 19 montierte Leitschaufelanordnung (10) und/ oder eine gemäß einem Verfahren (100) nach Anspruch 20 oder 21 montierte Strömungsanordnung (310). 45

50

55

Fig. 1

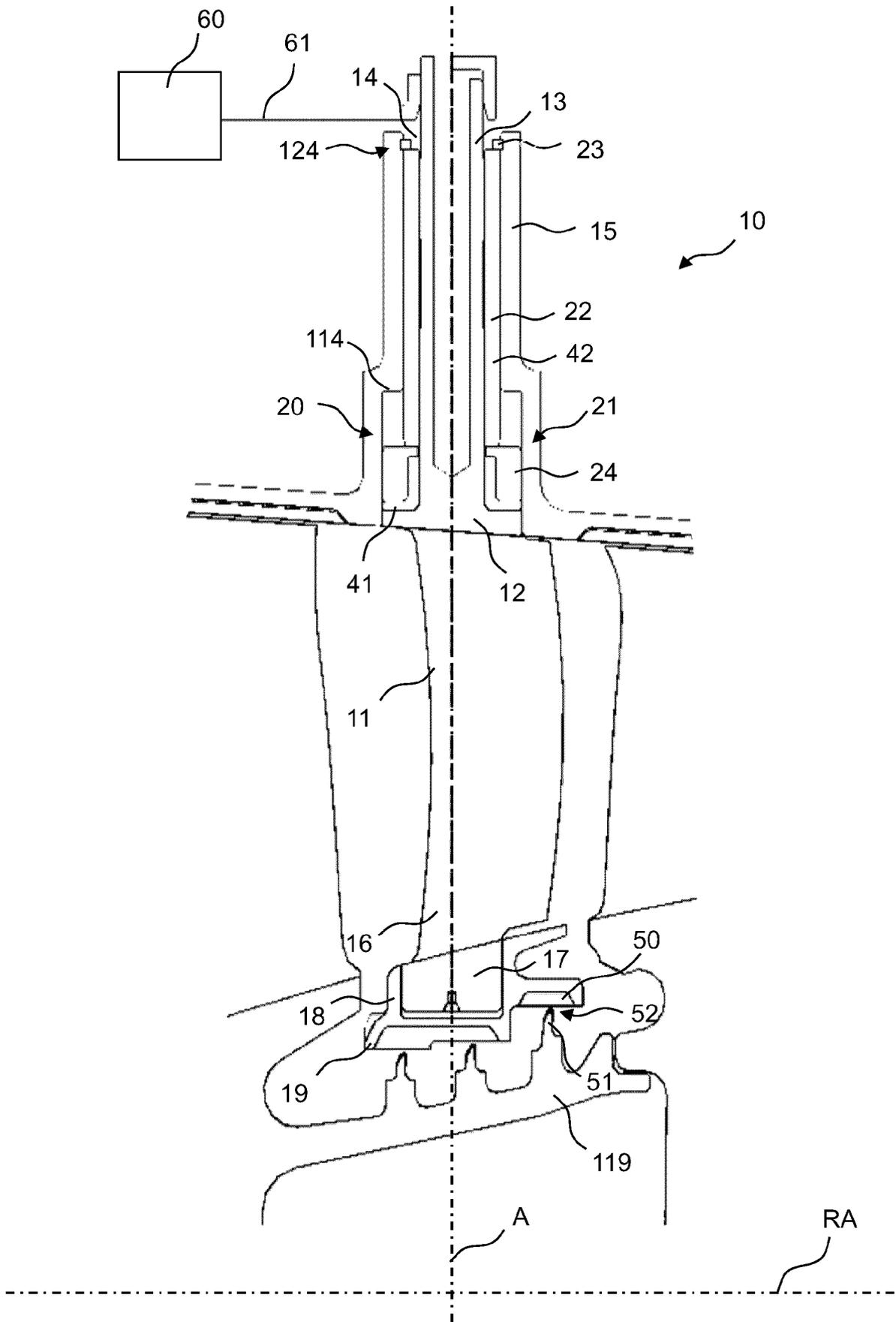


Fig. 2

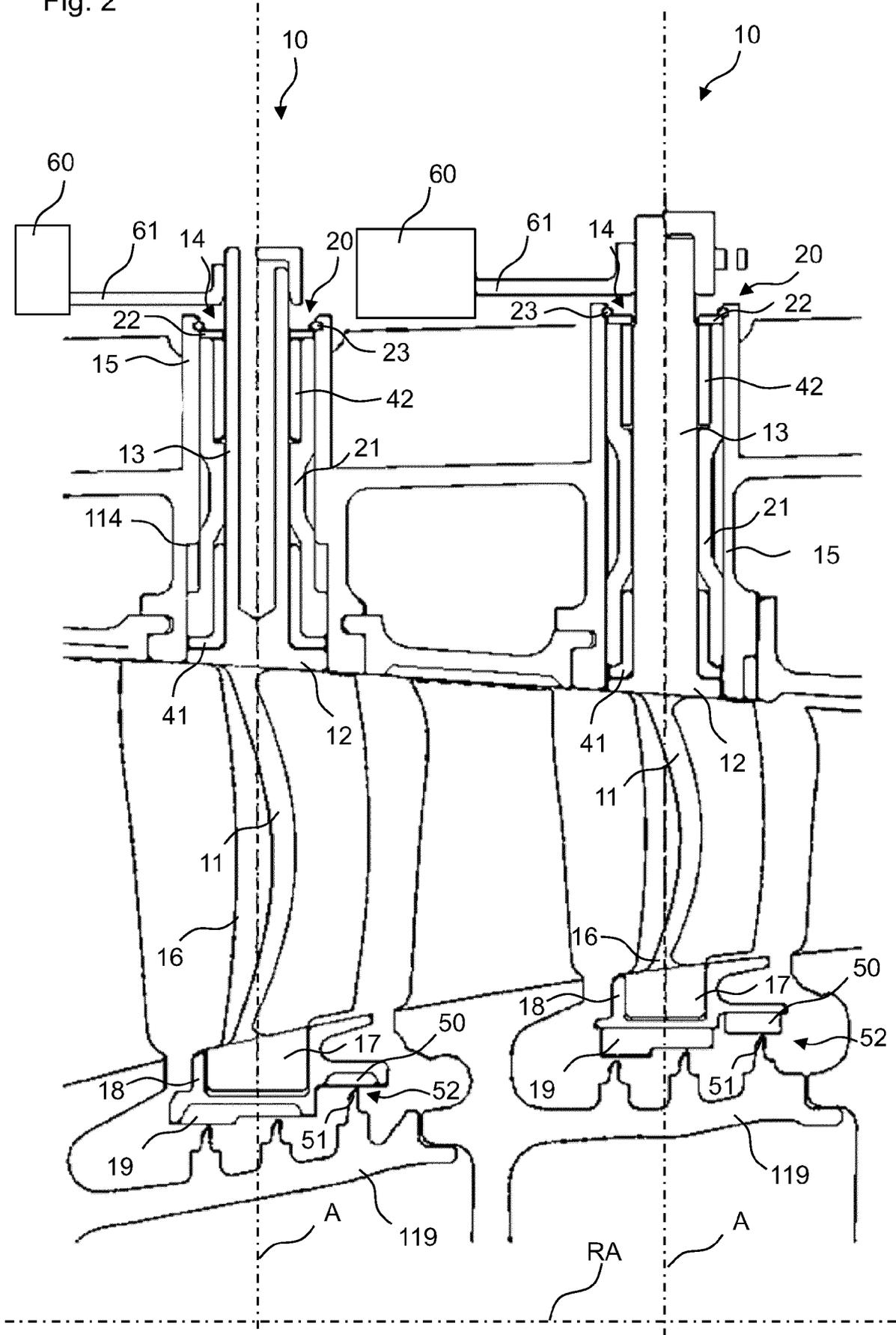


Fig. 3

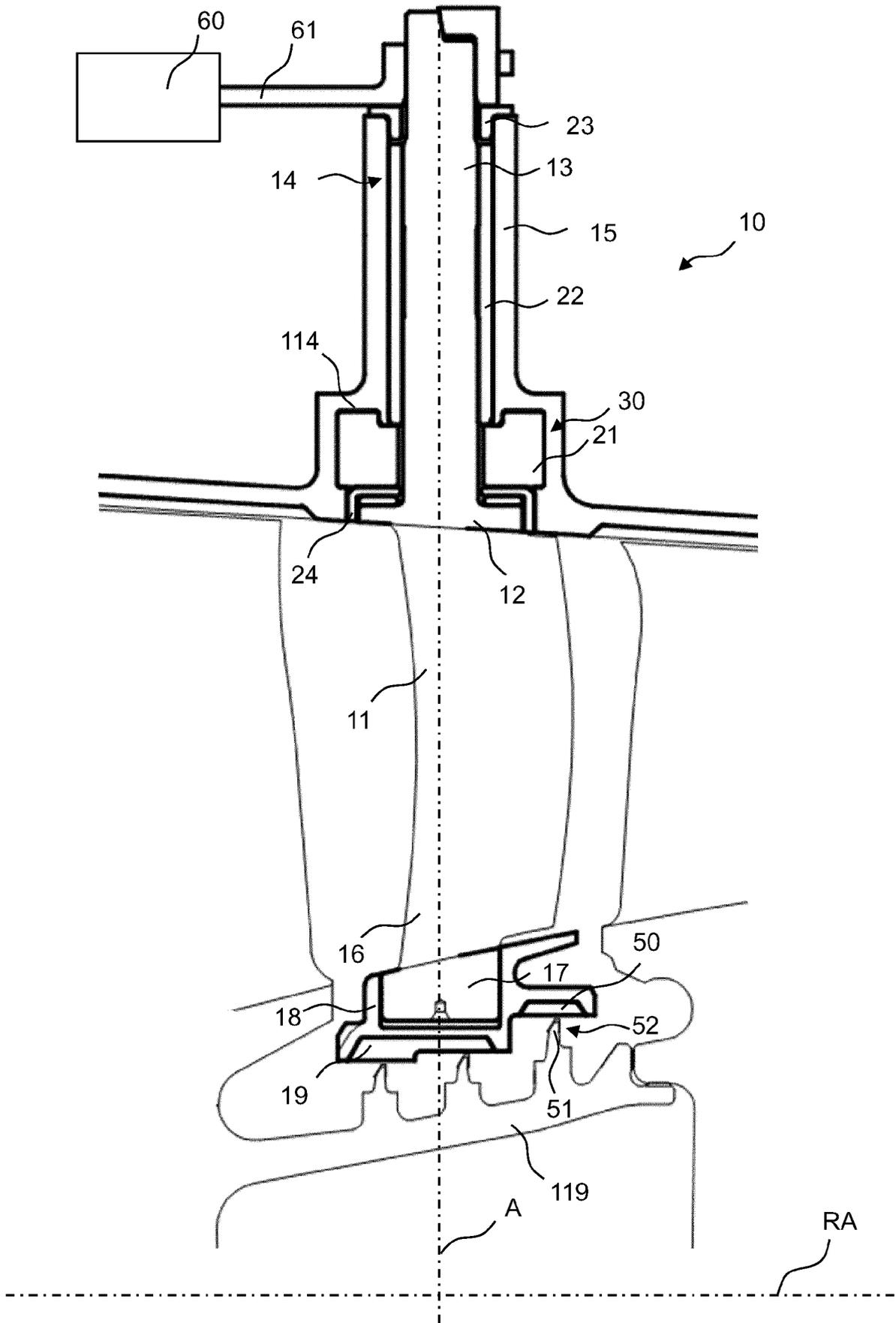


Fig. 4

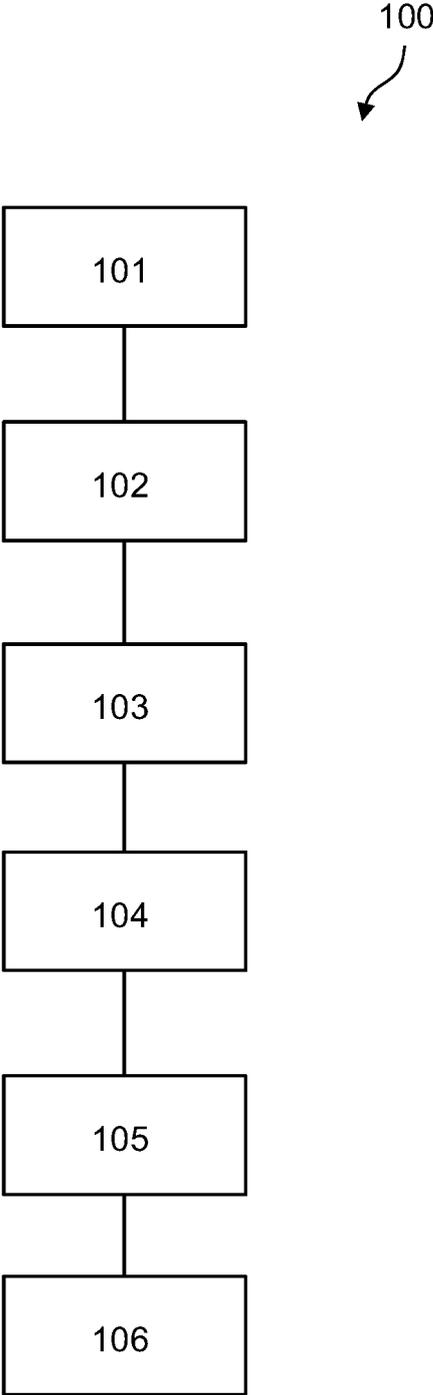


Fig. 5a

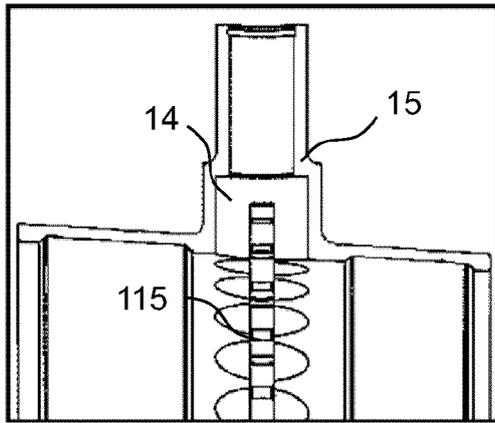


Fig. 5b

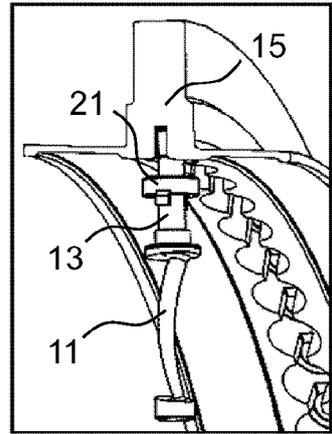


Fig. 5c

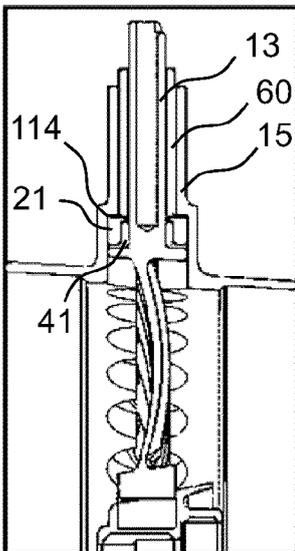


Fig. 5d

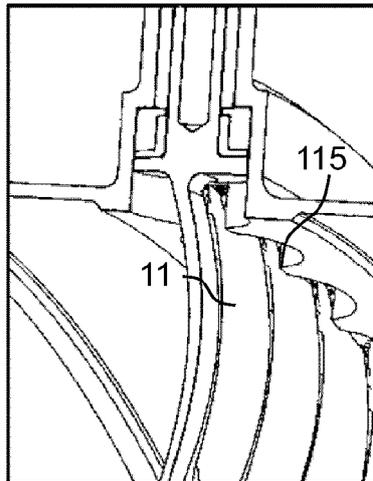


Fig. 5e

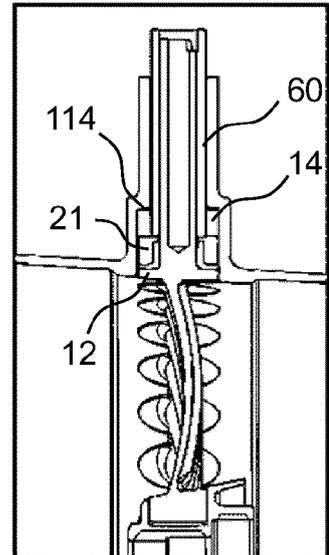


Fig. 5f

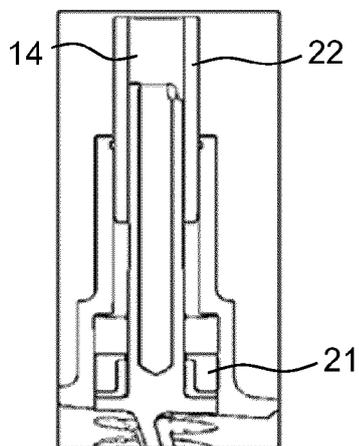


Fig. 5g

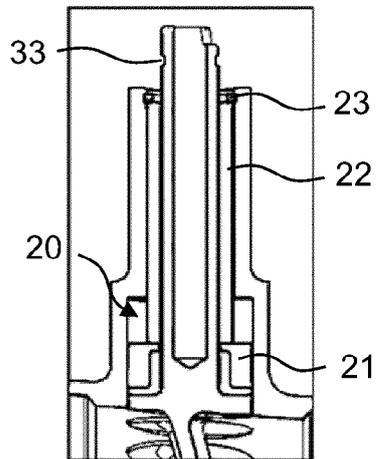


Fig. 6

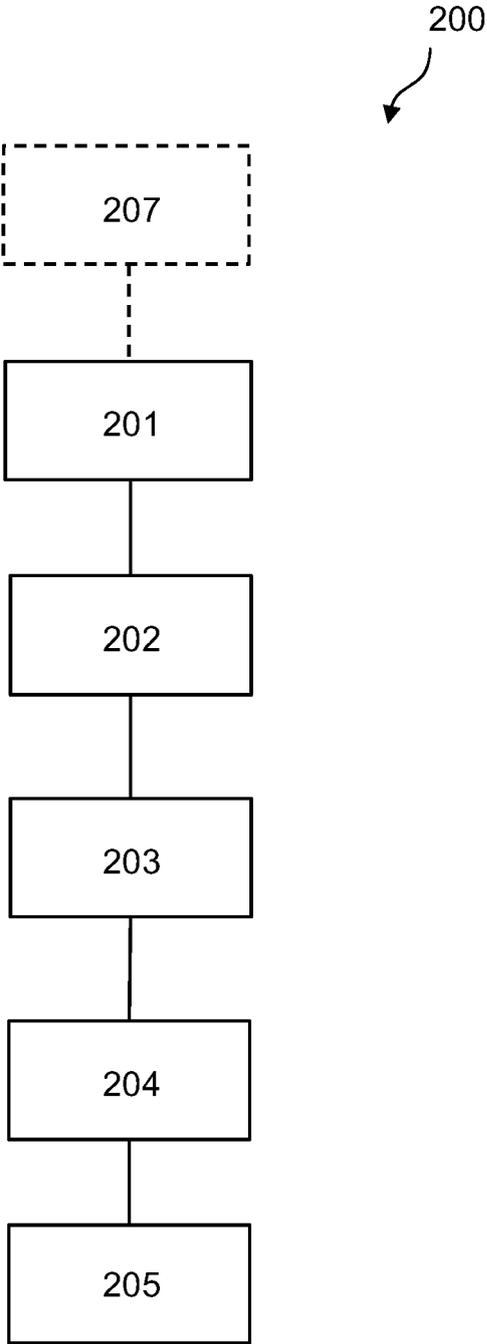


Fig. 7a

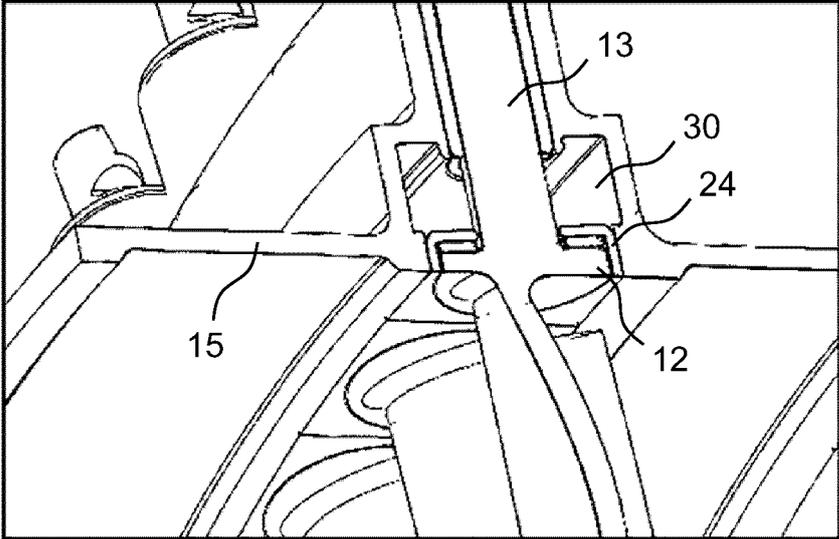


Fig. 7b

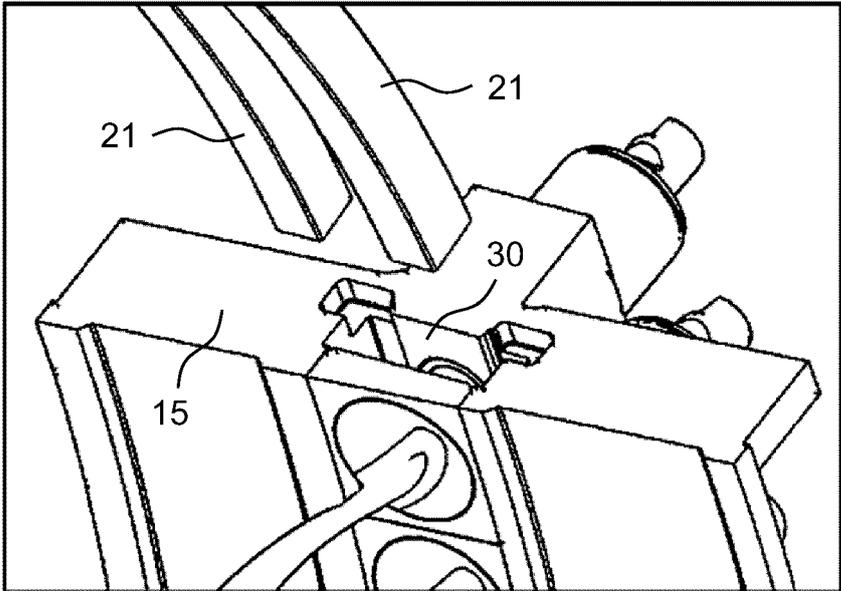


Fig. 8a

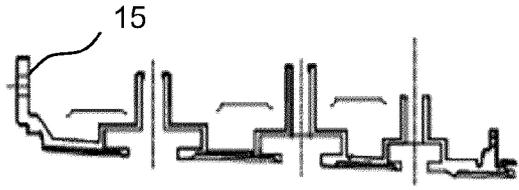


Fig. 8b

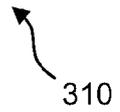
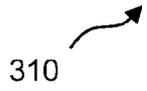
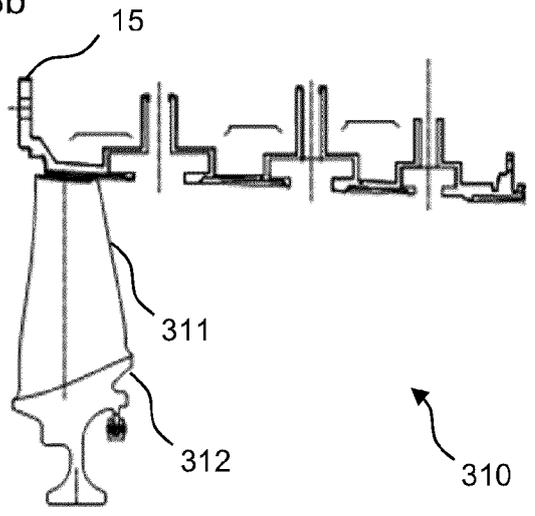


Fig. 8c

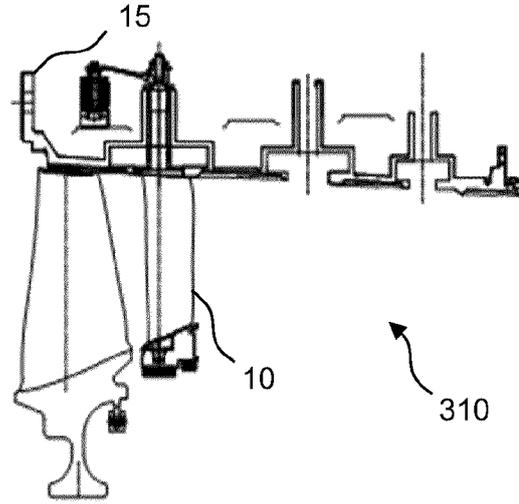


Fig. 8d

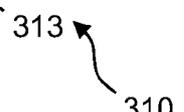
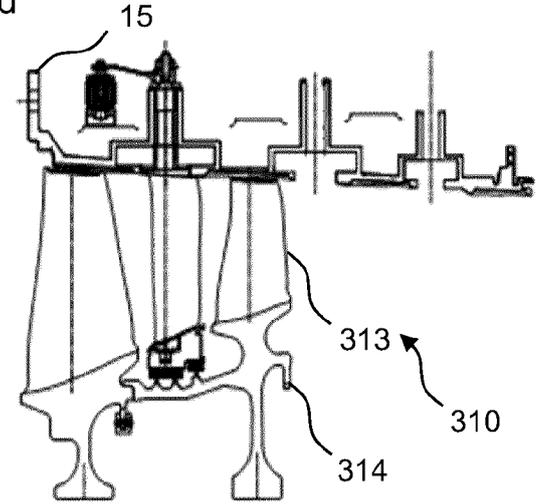


Fig. 8e

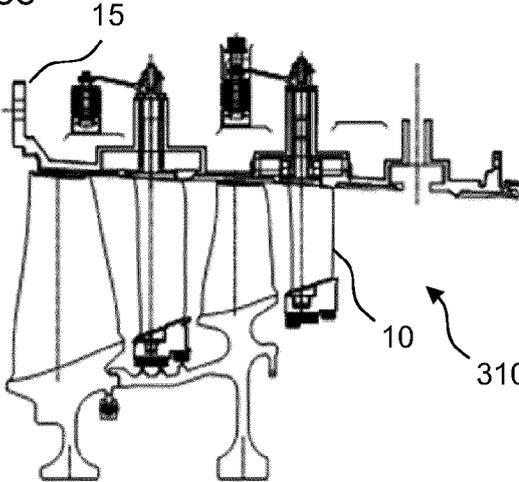
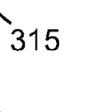
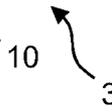
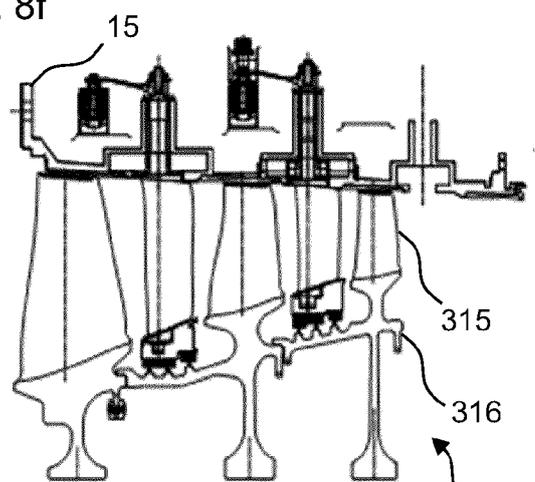


Fig. 8f





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 19 1192

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 A	EP 4 180 635 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 17. Mai 2023 (2023-05-17) * Abbildungen *	1-4,6-9, 11,14,15 5,10,12, 13	INV. F01D17/16
X A	DE 38 74 439 T2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 4. Februar 1993 (1993-02-04) * Abbildung 1 *	1-4,6-9, 11,13-15 5,10,12	
X A	US 7 163 369 B2 (GEN ELECTRIC [US]) 16. Januar 2007 (2007-01-16) * Abbildungen *	1-4, 6-11, 13-15 5,12	
X A	EP 2 829 735 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYS [JP]) 28. Januar 2015 (2015-01-28) * Abbildungen *	1,3,4, 6-9,11, 13,15 2,5,10, 12,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. November 2024	Prüfer Raspo, Fabrice
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	

EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

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

EP 24 19 1192

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.

22 - 11 - 2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 4180635 A1	17-05-2023	DE 102021129534 A1	17-05-2023
		EP 4180635 A1	17-05-2023
		US 2023151773 A1	18-05-2023

DE 3874439 T2	04-02-1993	DE 3874439 T2	04-02-1993
		EP 0298894 A1	11-01-1989
		JP 2825818 B2	18-11-1998
		JP H01159499 A	22-06-1989
		US 4792277 A	20-12-1988

US 7163369 B2	16-01-2007	KEINE	

EP 2829735 A1	28-01-2015	CN 104343541 A	11-02-2015
		CN 107023399 A	08-08-2017
		EP 2829735 A1	28-01-2015
		JP 6185781 B2	23-08-2017
		JP 2015021477 A	02-02-2015
		US 2015030438 A1	29-01-2015

EPO FORM P0461

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