

(19)



(11)

**EP 4 488 492 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.01.2025 Patentblatt 2025/02**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F01D 11/00** <sup>(2006.01)</sup> **F01D 11/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F01D 25/24** <sup>(2006.01)</sup> **F01D 9/04** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **24180590.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F01D 11/001; F01D 11/02; F01D 25/246;**  
**F01D 9/041; F01D 11/003**

(22) Anmeldetag: **06.06.2024**

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

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

(72) Erfinder:  
• **Schlemmer, Markus**  
**80995 München (DE)**  
• **Lauer, Christoph**  
**80995 München (DE)**

(30) Priorität: **06.07.2023 DE 102023117910**

**(54) MODUL FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Modul für eine Strömungsmaschine, mit einer Leitschaufelanordnung, einem Dichtungsträger, der radial innerhalb einer Innenplattform der Leitschaufelanordnung angeordnet ist, Dichtungsträgerwänden, nämlich einer ersten und einer zweiten Dichtungsträgerwand, und einem Gleitkörper sowie einem Verbindungselement, wobei die erste Dichtungsträgerwand und der Dichtungsträger einstückig miteinander ausgebildet sind, und wobei die Dichtungsträgerwände relativ zueinander mehrstückig sind und die zweite Dichtungsträgerwand über das Verbin-

dungselement an der ersten Dichtungsträgerwand und dem Dichtungsträger befestigt ist, wobei der Gleitkörper die Dichtungsträgerwände solchermaßen voneinander beabstandet hält, dass sie miteinander axial einen Zwischenraum begrenzen, in welchen die Leitschaufelanordnung mit einem sich nach radial innen erstreckenden Führungszapfen eingreift, wobei die zweite Dichtungsträgerwand von der in Axialrichtung weisenden Wandfläche der ersten Dichtungsträgerwand und von dem Dichtungsträger beabstandet ist.

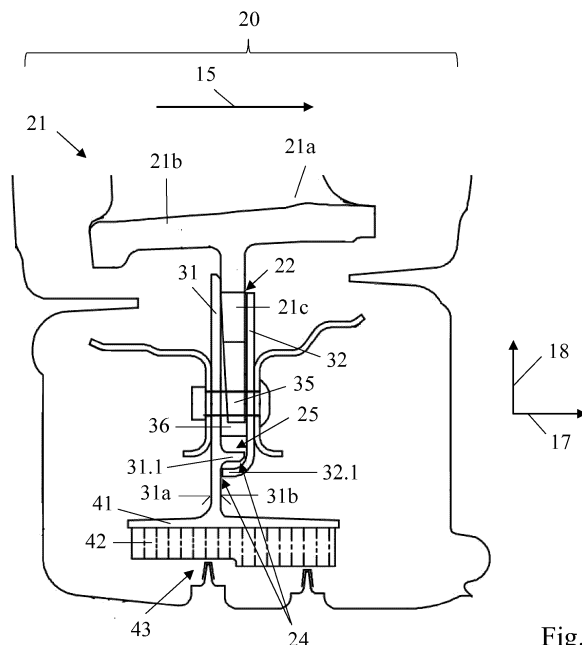


Fig. 2

**Beschreibung****Technisches Gebiet**

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Modul für eine Strömungsmaschine.

**Stand der Technik**

- 10 **[0002]** Bei der Strömungsmaschine kann es sich bspw. um ein Strahltriebwerk handeln, z. B. um ein Mantelstromtriebwerk. Funktional gliedert sich die Strömungsmaschine in Verdichter, Brennkammer und Turbine. Etwa im Falle des Strahltriebwerks wird angesaugte Luft vom Verdichter komprimiert und in der nachgelagerten Brennkammer mit hinzugesetztem Kerosin verbrannt. Das entstehende Heißgas, eine Mischung aus Verbrennungsgas und Luft, durchströmt die nachgelagerte Turbine und wird dabei expandiert. Dabei entzieht die Turbine dem Heißgas anteilig auch Energie, um den Verdichter anzutreiben. Die Turbine und der Verdichter sind i.d.R. jeweils mehrstufig aufgebaut, wobei eine Stufe
- 15 jeweils einen Leit- und einen Laufschaufelkranz aufweist.

- [0003]** Die vorliegende Erfindung hat ein Modul mit einer Leitschaufelanordnung und einem Dichtungsträger zum Gegenstand. Die Leitschaufeln der Leitschaufelanordnung erstrecken sich radial zwischen einer radial äußeren Außenplattform und einer radial inneren Innenplattform. Der Dichtungsträger ist radial innerhalb dieser Innenplattform angeordnet, er bildet einen Teil des sogenannten *Inner-Air-Seal* (IAS). Der Dichtungsträger hilft Gasverluste zu verringern bzw.
- 20 vermeiden, was den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine betreffend von Vorteil ist. Es soll ein möglichst großer Teil bzw. soweit möglich das gesamte Fluid bzw. Gas den Gaskanal der Strömungsmaschine durchströmen.

**Darstellung der Erfindung**

- 25 **[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein besonders vorteilhaftes Modul für eine Strömungsmaschine anzugeben.

- [0005]** Dies wird erfindungsgemäß mit einem Modul gemäß Anspruch 1 gelöst. Bei diesem sind der Dichtungsträger und die Leitschaufelanordnung mittels einer ersten und einer zweiten Dichtungsträgerwand relativ zueinander montiert, wozu die Dichtungsträgerwände miteinander axial einen Zwischenraum begrenzen, in den die Leitschaufelanordnung
- 30 von radial außen mit mindestens einem Führungzapfen eingreift. Dabei ist die zweite Dichtungsträgerwand mehrstückig zu der ersten Dichtungsträgerwand vorgesehen, also als zuvor gesondertes Teil mit der ersten Dichtungsträgerwand zusammengesetzt und daran befestigt. Diese Befestigung ist mit einem Verbindungselement realisiert, wobei ein in dem Zwischenraum angeordneter Gleitkörper die Dichtungsträgerwände in dem definierten Abstand hält, sodass diese den Zwischenraum begrenzen.

- 35 **[0006]** Die zweite Dichtungsträgerwand ist zwar über den Gleitkörper und das Verbindungselement an der ersten Dichtungsträgerwand und damit auch am Dichtungsträger befestigt, dabei jedoch von der in Axialrichtung weisenden Wandfläche der ersten Dichtungsträgerwand und auch vom Dichtungsträger selbst beabstandet vorgesehen. Besagte Wandfläche der ersten Dichtungsträgerwand ist der zweiten Dichtungsträgerwand zugewandt, begrenzt also in anderen Worten den Zwischenraum in Axialrichtung. Die zweite Dichtungsträgerwand ist zu dieser Wandfläche und auch zum
- 40 Dichtungsträger selbst beabstandet, liegt also in anderen Worten weder an dieser Wandfläche noch am Dichtungsträger selbst an.

- [0007]** Die Beabstandung kann bspw. dahingehend von Vorteil sein, dass sich damit einerseits ein axialer Krafteintrag in das Verbindungselement verringern bzw. vermeiden lässt, was z. B. die Robustheit des mehrteiligen Aufbaus erhöhen bzw. Möglichkeiten zur Gewichtsreduzierung schaffen kann. Andererseits lässt sich durch die Beabstandung vom
- 45 Dichtungsträger ein radialer Krafteintrag in diesen verringern bzw. vermeiden, kann also bspw. einem Verkippen des Dichtungsträgers vorgebeugt werden.

- [0008]** Ein solches könnte bspw. durch ein transientes Temperaturverhalten temporär auftreten und dann mitunter dauerhaft Undichtigkeiten zur Folge haben. Zusammengefasst lässt sich mit der Beabstandung trotz der zueinander mehrstückigen Dichtungsträgerwände ein hinsichtlich Robustheit und Dichtigkeit vorteilhafter Aufbau realisieren.

- 50 **[0009]** Die Mehrstückigkeit der Dichtungsträgerwände kann bspw. hinsichtlich der Herstellung von Vorteil sein, weil etwa zum Vergleich bei zwei monolithisch mit dem Dichtungsträger ausgebildeten Dichtungsträgerwänden und einer materialabtragenden Herstellung der Zwischenraum durch einen vergleichsweise tiefen Einstich freigelegt werden müsste. Unabhängig davon kann die Mehrstückigkeit auch Möglichkeiten bei der Materialwahl bzw. -stärke eröffnen, kann die zweite Dichtungsträgerwand nämlich z. B. dünner und insbesondere in Form eines Blechs vorgesehen werden,
- 55 wird also Spielraum für eine Gewichtsoptimierung geschaffen. Der Dichtungsträger ist einstückig mit der ersten Dichtungsträgerwand vorgesehen, was wiederum Stabilität schaffen kann (trotz der zueinander mehrteiligen Dichtungsträgerwände).

- [0010]** Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung,

wobei in der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen dem Modul und der Strömungsmaschine bzw. entsprechenden Verfahren oder Verwendungen unterschieden wird. Die Offenbarung ist hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen.

**[0011]** Die Angabe "einstückig" meint im Rahmen dieser Offenbarung nicht zerstörungsfrei auftrennbar, kann also im Allgemeinen bspw. auch zwei in einem Fügeprozess verbundene, etwa miteinander verschweißte Teile betreffen. Bevorzugt geht die Einstückigkeit jedoch mit einer monolithischen Ausgestaltung einher, sind die fraglichen Teile, bspw. der Dichtungsträger und die erste Dichtungsträgerwand (oder bspw. auch eine Dichtungsträgerwand und ihr Axialabschnitt/Steg, siehe unten), also aus demselben unterbrechungsfrei durchgehenden Material geformt. In anderen Worten meint "monolithisch" eine integrale Ausgestaltung ohne Materialgrenze dazwischen.

**[0012]** Die erste Dichtungsträgerwand und der Dichtungsträger sind miteinander einstückig, vorzugsweise monolithisch, geformt. Da die zweite Dichtungsträgerwand gesondert angesetzt wird und der Zwischenraum somit nicht bei der Herstellung des Dichtungsträgers berücksichtigt werden muss, kann die monolithische Herstellung von Dichtungsträger und erster Dichtungsträgerwand vereinfacht sein, bspw. durch Guss erfolgen. Der Zwischenraum muss also bspw. nicht aufwendig materialabtragend eingebracht werden, siehe vorne.

**[0013]** Generell beziehen sich im Rahmen dieser Offenbarung "axial" bzw. "Axialrichtung" auf die Längsachse des Moduls, also die Längsachse der Strömungsmaschine. Diese Längsachse kann bspw. mit einer Rotationsachse zusammenfallen, um welche die der Leitschaufelanordnung zugeordneten Laufschaufeln im Betrieb rotieren. "Radial" betrifft die dazu senkrechten, von der Längsachse weg weisenden Radialrichtungen, und der "Umlauf" bzw. die "Umlaufrichtung" beziehen sich auf eine Drehung um die Längsachse. "Innere" und "äußere" beziehen sich ohne ausdrücklich gegenteilige Angabe auf die Radialrichtung, "innen" ist also der Längsachse näher als "außen". Sofern auf einen axialen Schnitt Bezug genommen wird, betrifft dies eine die Längsachse beinhaltende Schnittebene.

**[0014]** Der Dichtungsträger kann radial innen bspw. ein Dichtungselement tragen, welches nach innen zu einer Dichtstruktur, etwa Dichtspitze, hin dichten kann, die im Betrieb gemeinsam mit der Welle bzw. den Laufschaufeln rotiert. Als Dichtungselement kann z. B. eine Bürstendichtung oder eine sogenannte Honigwabendichtung bzw. in allgemeinen Worten ein Einlaufbelag vorgesehen sein. Wie nachstehend im Detail erläutert, kann die erste Dichtungsträgerwand bevorzugt monolithisch mit dem Dichtungsträger ausgebildet sein, wobei die beiden in einem Axialschnitt betrachtet dann insbesondere eine T-Form bilden können (die erste Dichtungsträgerwand also zu den axialen Enden des Dichtungsträgers beabstandet ist).

**[0015]** Bei dem Verbindungselement kann es sich im Allgemeinen bspw. auch um eine Schraube bzw. einen Schraubbolzen handeln, bevorzugt wird es jedoch in Form eines Niets realisiert. Unabhängig davon können die Dichtungsträgerwände über den Umlauf verteilt mit mehreren Verbindungselementen (und Gleitkörpern) aneinander befestigt sein, und diese Gleitkörper können insbesondere eine sog. Speichenzentrierung bilden, siehe unten im Detail. Generell sind "ein" und "eine" im Rahmen dieser Offenbarung ohne ausdrücklich gegenteilige Angabe als unbestimmte Artikel und damit immer auch als "mindestens ein" und "mindestens eine" zu lesen.

**[0016]** In bevorzugter Ausgestaltung bilden die erste und zweite Dichtungsträgerwand miteinander eine kontaktlose Labyrinthdichtung und/oder bilden die zweite Dichtungsträgerwand und der Dichtungsträger miteinander eine kontaktlose Labyrinthdichtung. Die erste und zweite Dichtungsträgerwand berühren sich dann also nicht ("kontaktlos"), dennoch kann mit der Labyrinthdichtung eine gute Dichtwirkung erreicht werden, bspw. durch eine (mehrfache) Umlenkung einer Leckageströmung. Dies lässt sich ganz allgemein durch einen Überlapp in axialer und/oder radialer Richtung erreichen, es kann also bspw. in einem axialen Schnitt betrachtet eine achssenkrechte Linie sowohl die erste als auch die zweite Dichtungsträgerwand durchsetzen und/oder eine achsparallele Linie sowohl eine Dichtungsträgerwand als auch den Dichtungsträger durchsetzen.

**[0017]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst zumindest eine der Dichtungsträgerwände einen in Axialrichtung zur anderen Dichtungsträgerwand hervorstehenden Axialabschnitt, der Teil der kontaktlosen Labyrinthdichtung ist bzw. diese bildet. In einem axialen Schnitt betrachtet kann der Axialabschnitt einen sich axial erstreckenden Kanal der Labyrinthdichtung begrenzen. Bevorzugt können sowohl die erste als auch die zweite Dichtungsträgerwand mit jeweils einem entsprechenden Axialabschnitt vorgesehen sein, wobei die Axialabschnitte miteinander den axialen Kanal begrenzen können.

**[0018]** Soweit im Kontext der Labyrinthdichtung oder nachstehend in Zusammenhang mit dem radialen Kontakt auf einen "Axialabschnitt" der jeweiligen Dichtungsträgerwand Bezug genommen wird, ist dieser vorzugsweise einstückig, insbesondere monolithisch, mit der jeweiligen Dichtungsträgerwand ausgebildet. In einem axialen Schnitt betrachtet kann der Axialabschnitt in Form eines Stegs vorgesehen sein, bspw. eine in axialer Richtung größere Erstreckung als in radialer Richtung haben.

**[0019]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zumindest eine der Dichtungsträgerwände in einem axialen Schnitt betrachtet mit einer Stufe geformt. Diese Stufe kann die Labyrinthdichtung mit begrenzen, bspw. gemeinsam mit einem Axialabschnitt der anderen Dichtungsträgerwand. In dem axialen Schnitt betrachtet kann die vorstehend erwähnte achssenkrechte Gerade von radial innen nach radial außen bspw. zunächst die Stufe und dann den Axialabschnitt der anderen Dichtungsträgerwand durchsetzen, bevorzugt kann sie dann nochmals die Dichtungsträgerwand mit der Stufe

durchsetzen. In anderen Worten kann die Dichtungsträgerwand mit der Stufe zusätzlich einen Axialabschnitt aufweisen, der gemeinsam mit der Stufe eine axialorientierte U-Form bildet, in welche die andere Dichtungsträgerwand mit einem Axialabschnitt eingreift.

**[0020]** Zur Ausbildung der kontaktlosen Labyrinthdichtung zwischen der zweiten Dichtungsträgerwand und dem Dichtungsträger kann dieser eine sich nach radial erstreckende Flanke haben, bspw. an einer Stufe oder insbesondere einem sich nach radial außen erhebenden Radialabschnitt. Diese Flanke kann gemeinsam mit der zweiten Dichtungsträgerwand die Labyrinthdichtung begrenzen, also einen sich radial erstreckenden Kanal der Labyrinthdichtung. Der Radialabschnitt kann bevorzugt einstückig, insbesondere monolithisch, mit dem Dichtungsträger vorgesehen sein, bspw. als sich nach radial außen erhebender Steg.

**[0021]** Gemäß einer zur kontaktlosen Labyrinthdichtung alternativen Ausführungsform ist die zweite Dichtungsträgerwand zwar vom Dichtungsträger beabstandet und auch zu der Wandfläche der ersten Dichtungsträgerwand axial beabstandet, hat sie aber dennoch einen radialen Kontakt zur ersten Dichtungsträgerwand. "Radialer Kontakt" meint hierbei, dass die beiden radial gegeneinander gedrückt werden, also bspw. ein radiales Zusammenpressen den Anpressdruck in der Kontaktfläche erhöht (wohingegen ein radiales Auseinanderziehen den Anpressdruck in der Kontaktfläche verringern würde).

**[0022]** In einem axialen Schnitt betrachtet ist die Kontaktfläche, in welcher der radiale Kontakt besteht, bevorzugt im Wesentlichen achsparallel ausgerichtet, also bspw. um nicht mehr als 20°, 10° oder 5° zur Längsachse verkippt, bevorzugt tatsächlich achsparallel. Auch unabhängig von diesen Details besteht aufgrund des radialen Kontakts eine Anlage, wird die Dichtung also durch einen Passsitz zwischen den Dichtungsträgerwänden erreicht. Diese können reibschlüssig aneinander anliegen, sind aber z. B. nicht stoffschlüssig miteinander verbunden, was bspw. mechanische Spannungen reduzieren kann.

**[0023]** Die zweite Dichtungsträgerwand ist zum Dichtungsträger beabstandet, entsprechend ist auch der radiale Kontakt im Vergleich zum Dichtungsträger nach radial außen versetzt. Mit diesem Radialversatz lässt sich trotz der reibschlüssigen Passung ein Kräfteeintrag in den Dichtungsträger verringern, also bspw. einem Verkippen vorbeugen (siehe vorne). Bevorzugt umfasst die erste Dichtungsträgerwand einen axial zur zweiten Dichtungsträgerwand hin vorstehenden Axialabschnitt, insbesondere einstückig/monolithisch damit ausgebildeten Steg (siehe vorne), welcher den radialen Kontakt mit der zweiten Dichtungsträgerwand bildet. Der Axialabschnitt ist bezogen auf den Dichtungsträger nach radial außen versetzt. Im Allgemeinen kann die zweite Dichtungsträgerwand dabei auch radial verkürzt ausgeführt sein, also mit ihrem radial inneren Ende direkt am Axialabschnitt der ersten Dichtungsträgerwand anliegen (gewissermaßen aufsitzen).

**[0024]** In bevorzugter Ausgestaltung weist jedoch auch die zweite Dichtungsträgerwand einen Axialabschnitt auf, der insbesondere als einstückig/monolithisch damit vorgesehener Steg ausgebildet sein kann (siehe vorne) und ebenfalls nach radial außen versetzt ist (bezogen auf den Dichtungsträger). Der Axialabschnitt der zweiten Dichtungsträgerwand steht zur ersten Dichtungsträgerwand hin hervor und bildet den radialen Kontakt mit deren Axialabschnitt. Dabei kann der Axialabschnitt der zweiten Dichtungsträgerwand radial innerhalb oder außerhalb des Axialabschnitts der ersten Dichtungsträgerwand angeordnet sein, also von radial innen oder radial außen daran anliegen.

**[0025]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, welche sowohl die kontaktlose Labyrinthdichtung als auch den radialen Kontakt betreffen kann, ist der Dichtungsträger ausschließlich durch die erste Dichtungsträgerwand positioniert. In einem axialen Schnitt betrachtet kann also bspw. eine achsparallele Gerade, die radial außerhalb des Dichtungsträgers liegt (also nicht mehr den Dichtungsträger durchsetzt), ausschließlich die erste Dichtungsträgerwand durchsetzen, also nicht die zweite Dichtungsträgerwand. Eine radial weiter außen, im Bereich des Zwischenraums liegende achsparallele Gerade durchsetzt dann selbstverständlich beide Dichtungsträgerwände. In anderen Worten kann es radial zwischen Dichtungsträger und zweiter Dichtungsträgerwand einen Ringraum geben, in dem ausschließlich die erste Dichtungsträgerwand vorliegt.

**[0026]** Bevorzugt weist der Dichtungsträger keine sich nach radial außen erstreckenden/erhebenden Abschnitte auf. In einem axialen Schnitt betrachtet erstrecken sich also bspw. von der ersten Dichtungsträgerwand abgesehen keine Abschnitte o. ä. vom Dichtungsträger weg nach radial außen, bilden die beiden also bspw. eine einfache T-Form. In anderen Worten erhebt sich vom Dichtungsträger weg nach radial außen bevorzugt ausschließlich die damit einstückige/monolithische erste Dichtungsträgerwand.

**[0027]** Bezogen auf eine Durchströmung des Gaskanals des Moduls mit dem Arbeitsgas, welches bspw. die Laufschaukelblätter der Laufschaukelanordnung umströmt, meint "vorne" stromauf und "hinten" stromab. In bevorzugter Ausgestaltung ist die erste Dichtungsträgerwand vorne und die zweite Dichtungsträgerwand hinten angeordnet, also die erste Dichtungsträgerwand stromauf und die zweite stromab. In der vorliegenden Offenbarung wird prinzipiell auf die erste und zweite Dichtungsträgerwand Bezug genommen, wobei "erste" zugleich immer auch auf "vordere" und "zweite" auf "hintere" zu lesen ist.

**[0028]** Im Allgemeinen kann der Gleitkörper bspw. auch monolithisch mit einer der Dichtungsträgerwände vorgesehen sein, also der ersten oder insbesondere zweiten Dichtungsträgerwand. In bevorzugter Ausgestaltung ist er jedoch mehrstückig zu den Dichtungsträgerwänden und durchsetzt ihn das Verbindungselement axial. Letzteres ist auch im Falle

einer monolithischen Ausführung bevorzugt, aber nicht zwingend. Das Verbindungselement, das den mehrstückigen Gleitkörper durchsetzt, hält diesen radial formschlüssig zwischen den Dichtungsträgerwänden, und der Gleitkörper wird dann bspw. noch zusätzlich axial geklemmt.

**[0029]** In bevorzugter Ausgestaltung hat die zweite Dichtungsträgerwand eine geringere Dicke als die erste Dichtungsträgerwand, wird also die Mehrstückigkeit zur Gewichtoptimierung genutzt. Die Dicken werden dabei jeweils in einem axialen Schnitt betrachtet, wobei im Falle einer über die Erstreckung der jeweiligen Dichtungsträgerwand variierenden Dicke ein Mittelwert zugrunde gelegt wird.

**[0030]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Dichtungsträgerwand aus einem Blech gebildet, was eine besonders dünne Ausgestaltung und/oder einfache Herstellung erlauben kann. Das Blech kann im Allgemeinen in Umlaufrichtung segmentiert, also mehrteilig vorgesehen sein. Bevorzugt ist jedoch eine in Umlaufrichtung durchgehende, also nicht geteilte/segmentierte Ausgestaltung.

**[0031]** Der Führungszapfen, mit dem die Leitschaufelanordnung in den Zwischenraum eingreift, erstreckt sich von ihrer Innenplattform nach radial innen. Bezogen auf die Umlaufrichtung liegt der Führungszapfen bevorzugt an dem Gleitkörper an, also umlaufseitig. In bevorzugter Ausgestaltung umschließt er den Gleitkörper gemeinsam mit einem weiteren Führungszapfen, der an der in Umlaufrichtung entgegengesetzten Seite des Gleitkörpers anliegt. Dieser ist also zwischen den Führungszapfen gehalten, was auch als *Tang* ("Zange") bezeichnet wird. Die Führungszapfen und der Gleitkörper können noch radial aneinander gleiten, wobei es umlaufend verteilt mehrere entsprechend gehaltene Gleitkörper gibt, die Anordnung also eine Speichenzentrierung darstellt.

**[0032]** Die Erfindung betrifft auch eine Turbine für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, die ein vorliegend offenbartes Modul aufweist.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0033]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

**[0034]** Im Einzelnen zeigt

Figur 1 ein Strahltriebwerk in einem Axialschnitt;

Figur 2 ein erstes erfindungsgemäßes Modul mit einer Leitschaufelanordnung und einem Dichtungsträger in einem Axialschnitt;

Figur 3 ein zweites erfindungsgemäßes Modul mit Leitschaufelanordnung und Dichtungsträger;

Figur 4 ein drittes erfindungsgemäßes Modul mit Leitschaufelanordnungen und Dichtungsträger;

Figur 5 ein viertes erfindungsgemäßes Modul mit Leitschaufelanordnung und Dichtungsträger;

Figur 6 ein fünftes erfindungsgemäßes Modul mit Leitschaufelanordnung und Dichtungsträger;

Figur 7 ein sechstes erfindungsgemäßes Modul mit Leitschaufelanordnung und Dichtungsträger.

### Bevorzugte Ausführung der Erfindung

**[0035]** **Fig. 1** zeigt eine Strömungsmaschine 1 in schematischer Ansicht, konkret ein Strahltriebwerk. Die Strömungsmaschine 1 gliedert sich funktional in Verdichter 1a, Brennkammer 1b und Turbine 1c. Dabei sind sowohl der Verdichter 1a als auch die Turbine 1c jeweils aus mehreren Stufen aufgebaut, jede Stufe setzt sich aus einem Leit- und einem Laufschaufelkranz zusammen oder umfasst einen (axial vordersten oder hintersten) Laufschaufelkranz. Im Falle der Turbine 1c und/oder des Verdichters 1a kann ein Laufschaufelkranz jeweils stromab des zugeordneten Leitschaufelkranzes angeordnet sein, sofern die betreffende Stufe einen Leitschaufelkranz umfasst. Im Betrieb rotieren die Laufschaufeln um die Längsachse 2.

**[0036]** **Fig. 2** zeigt als Modul 20 einen Ausschnitt der Turbine 1c, wiederum in einem Axialschnitt. Im Detail ist eine Leitschaufelanordnung 21 mit einem Leitschaufelblatt 21a und einer Innenplattform 21b, sowie einem Führungszapfen 21c zu erkennen. Das Leitschaufelblatt 21a ist radial außen an der Innenplattform 21b angeordnet, der Führungszapfen 21c erstreckt sich radial innerhalb davon in einen Zwischenraum 22 hinein. Dieser Zwischenraum 22 wird axial zwischen einer ersten, vorderen Dichtungsträgerwand 31 und einer zweiten, hinteren Dichtungsträgerwand 32 begrenzt. Die erste Dichtungsträgerwand 31 liegt bezogen auf eine Durchströmung 15 des Moduls 20 stromauf und die zweite Dichtungsträgerwand 32 stromab.

**[0037]** Die erste Dichtungsträgerwand 31 ist monolithisch mit einem Dichtungsträger 41 ausgebildet, die beiden können bspw. als Gussteil hergestellt sein. An dem Dichtungsträger 41 ist radial innen ein Dichtungselement 42 vorgesehen, bspw. eine Honigwabendichtung. Das Dichtungselement 42 dichtet gegen eine Dichtstruktur 43, die vorliegend nur schematisch als Kontur dargestellt ist und im Betrieb gemeinsam mit der Welle rotiert.

**[0038]** Die zweite Dichtungsträgerwand 32 ist mehrstückig zur ersten Dichtungsträgerwand 31 vorgesehen und über

ein Verbindungselement 35 daran befestigt, vorliegend einen Niet. Das Verbindungselement 35 durchsetzt einen Gleitkörper 36, der die Dichtungsträgerwände 31, 32 in dem definierten Axialabstand hält. Bezogen auf eine Axialrichtung 17 hat die erste Dichtungsträgerwand 31 eine dem Zwischenraum 22 abgewandte Wandfläche 31a, die vorliegend stromauf weist, sowie eine dem Zwischenraum 22 zugewandte Wandfläche 31b, die vorliegend stromab weist.

**[0039]** Die zweite Dichtungsträgerwand 32 ist dabei von der Wandfläche 31b der ersten Dichtungsträgerwand 31 in der Axialrichtung 17 beabstandet. Zwischen dem Axialabschnitt 32.1 der zweiten Dichtungsträgerwand 32, den diese im vorliegenden Beispiel an ihrem radial inneren Ende bildet, und der ersten Dichtungsträgerwand 31 bzw. Wandfläche 31b besteht also ein Spalt 24. Dieser ist jedoch vergleichsweise klein und deshalb in der vorliegenden Darstellung nicht im Detail zu erkennen. Damit lässt sich bspw. ein Krafteintrag in das Verbindungselement 35 reduzieren, siehe vorne im Detail.

**[0040]** Ferner ist die zweite Dichtungsträgerwand 32 auch vom Dichtungsträger 41 beabstandet, also in der Radialrichtung 18 in einem Abstand dazu vorgesehen. Dies kann, wie eingangs erläutert, bspw. einem Krafteintrag in den Dichtungsträger und damit einem Verkippen vorbeugen. Dabei bilden die Dichtungsträgerwände 31, 32 miteinander eine kontaktlose Labyrinthdichtung 25, vorliegend durch den Überlapp zwischen dem Axialabschnitt 32.1 der zweiten Dichtungsträgerwand 32 mit einem Axialabschnitt 31.1 der ersten Dichtungsträgerwand 31. Trotz des Spalts 24 zwischen dem Axialabschnitt 31.1 und der Dichtungsträgerwand 32 sowie des Spalts 24 zwischen dem Axialabschnitt 32.1 und der ersten Dichtungsträgerwand 31 lässt sich mit der kontaktlosen Labyrinthdichtung 25 durch die Umlenkung der Leckageströmung eine Relativabdichtung erreichen.

**[0041]** **Figur 3** zeigt eine zu **Figur 2** alternative Bauform, wobei in der folgenden Darstellung vorrangig die Unterschiede betont werden, was auch für alle übrigen Ausführungsformen gilt. Generell bezeichnen im Rahmen dieser Offenbarung die gleichen Bezugszeichen der gleiche Teil bzw. Teile mit gleicher Funktion und wird insofern immer auch auf die Beschreibung der jeweilig anderen Figuren verwiesen. Auch bei der Ausführungsform gemäß **Figur 3** ist die zweite Dichtungsträgerwand 32 in der Axialrichtung 17 von der Wandfläche 31b der ersten Dichtungsträgerwand 31 beabstandet, liegt also zwischen der Wandfläche 31b und dem Axialabschnitt 32.1 der zweiten Dichtungsträgerwand 32 ein Spalt 24 vor (nicht im Detail dargestellt).

**[0042]** Gleiches gilt für den Axialabschnitt 31.1 der ersten Dichtungsträgerwand 31 mit und die zweite Dichtungsträgerwand 32, auch dort liegt ein Spalt 24 vor. Mit den Axialabschnitten 31.1, 32.1 bilden die Dichtungsträgerwände 31, 32 wiederum eine kontaktlose Labyrinthdichtung 25. Da der Axialabschnitt 32.1 im Vergleich zur Variante gemäß **Figur 2** weiter nach radial innen versetzt ist, bildet er zudem mit dem Dichtungsträger 41 eine kontaktlose Labyrinthdichtung 125, trotz des radialen Spalts 26 dazwischen.

**[0043]** Bei der Ausführungsform gemäß **Figur 4** ist die erste Dichtungsträgerwand 31 mit einer Stufe 31.2 geformt, also in dem Axialschnitt betrachtet mit einem axialen Versatz. Diese Stufe 31.2 bildet mit dem Axialabschnitt 32.1 der zweiten Dichtungsträgerwand 32 die kontaktlose Labyrinthdichtung 25. Dabei ist die erste Dichtungsträgerwand 31 im vorliegenden Beispiel zusätzlich mit einem Axialabschnitt 31.1 geformt, der gemeinsam mit der Stufe 31.2 eine U-förmige Ausnehmung bildet, in welche der Axialabschnitt 32.1 eingreift. Trotz der hier der Übersichtlichkeit halber nicht im einzelnen referenzierten Spalte zwischen den Axialabschnitten 31.1, 32.1 und jeweilig anderen Dichtungsträgerwänden 31, 32 lässt sich damit eine gute Abdichtung erreichen.

**[0044]** Auch bei der Ausführungsform gemäß **Figur 5** bilden die Dichtungsträgerwände 31, 32 miteinander eine kontaktlose Labyrinthdichtung 25, und zwar über den Axialabschnitt 32.1 der zweiten Dichtungsträgerwand 32. Ferner wird ein etwaiger Leckagepfad weiter durch die kontaktlose Labyrinthdichtung 125 zwischen dem Dichtungsträger 41 und der zweiten Dichtungsträgerwand 32 verlängert. Dazu ist der Dichtungsträger 41 mit einem Radialabschnitt 41.1 geformt, der sich nach radial außen erhebt. Der Radialabschnitt 41.1 liegt dabei nicht an der zweiten Dichtungsträgerwand 32 an, weder axial noch radial (Spalte der Übersichtlichkeit halber nicht im Einzelnen referenziert).

**[0045]** Die Ausführungsform gemäß **Figur 6** entspricht hinsichtlich des prinzipiellen Aufbaus mit dem Dichtungsträgerwänden 31, 32, die über den Gleitkörper 36 und das Verbindungselement 35 relativ zueinander befestigt sind, den bisher diskutierten Varianten. Ferner ist auch in diesem Fall, wie in den Figuren 2-4, sowohl die erste Dichtungsträgerwand 31 als auch die zweite Dichtungsträgerwand 32 jeweils mit einem Axialabschnitt 31.1, 32.1 vorgesehen. Im Unterschied zu den bisher diskutierten Varianten sind diese Axialabschnitte 31.1, 32.1 jedoch nicht zueinander beabstandet, sondern in einem radialen Kontakt 65 vorgesehen. Sie liegen also in der Radialrichtung 18 aneinander an und bilden damit eine Dichtung 66, wobei in der Axialrichtung 17 ein gewisser Relativversatz möglich ist. Damit lässt sich einem axialen Kräfteeintrag vorbeugen, wobei mit der Anlage zugleich eine Abdichtung geschaffen wird.

**[0046]** Die Variante gemäß **Figur 7** entspricht in ihrem prinzipiellen Aufbau jener gemäß **Figur 6**, die Dichtungsträgerwände 31, 32 sind wiederum über einen jeweiligen Axialabschnitt 31.1, 32.1 in radialem Kontakt 65 miteinander. Im Unterschied zu **Figur 6** ist die zweite Dichtungsträgerwand in diesem Fall aus einem Blech vorgesehen und ist der Axialabschnitt 32.1 durch entsprechendes Umbiegen eines radial inneren Abschnitts erzeugt. Gleiches gilt für die Ausführungsform gemäß **Figur 8**, bei welcher der aus dem Blech gebildete Axialabschnitt 32.1 im Unterschied zu **Figur 7** nicht von radial außen, sondern von radial innen an dem Axialabschnitt 31.1 der ersten Dichtungsträgerwand 31 anliegt.

**[0047]** Zur Illustration sind in **Figur 8** ferner ein vorderes und ein hinteres Dichtblech 81, 82 referenziert, die als zu den

Dichtungsträgerwänden 31, 32 mehrstückige Teile damit zusammengesetzt sind und ebenfalls vom Verbindungselement 35 zusammengehalten werden. Das vordere Dichtblech 81 bildet gemeinsam mit der Innenplattform 21b und einer Innenplattform 85 (nur schematisch als Kontur dargestellt) der vorgelagerten Laufschaufelanordnung eine sogenannte Fischmauldichtung 91, ebenso bildet das hintere Dichtblech 82 gemeinsam mit der Innenplattform 21b und der Innenplattform 86 (nur schematisch als Kontur gezeigt) der nachgelagerten Laufschaufelanordnung eine Fischmauldichtung 92. Wenngleich auch in den übrigen Figuren dargestellt, sind die Dichtbleche 81, 82 optional, das Modul 20 kann auch ohne Fischmauldichtung oder alternativ auch nur mit einem vorderen oder einem hinteren Dichtblech vorgesehen sein.

## BEZUGSZEICHENLISTE

[0048]

	Strömungsmaschine	1
	Verdichter	1a
	Brennkammer	1b
	Turbine	1c
	Längsachse	2
	Durchströmung	15
	Axialrichtung	17
	Radialrichtung	18
	Modul	20
	Leitschaufelanordnung	21
	Leitschaufelblatt	21a
	Innenplattform	21b
	Führungszapfen	21c
	Innenplattform	21b
	Zwischenraum	22
	Spalt	24
	kontaktlose Labyrinthdichtung	25
	radialer Spalts	26
	erster, vorderer Dichtungsträgerwand	31
	abgewandte Wandfläche	31a
	zugewandte Wandfläche	31b
	zweite, hintere Dichtungsträgerwand	32
	Axialabschnitt	32.1
	Verbindungselement	35
	Gleitkörper	36
	Dichtungsträger	41
	Dichtungselement	42
	Dichtstruktur	43
	radialer Kontakt	65
	Dichtbleche	81, 82
	Innenplattform	85
	Innenplattform	86
	Fischmauldichtungen	91, 92
	kontaktlose Labyrinthdichtung	125

## Patentansprüche

1. Modul (20) für eine Strömungsmaschine (1), mit

einer Leitschaufelanordnung (21),

einem Dichtungsträger (41), der radial innerhalb einer Innenplattform (21b) der Leitschaufelanordnung (21)

angeordnet ist, Dichtungsträgerwänden (31, 32), nämlich einer ersten (31) und einer zweiten Dichtungsträgerwand (32), und einem Gleitkörper (36) sowie einem Verbindungselement (35), wobei die erste Dichtungsträgerwand (32) und der Dichtungsträger (41) einstückig miteinander ausgebildet sind, und wobei die Dichtungsträgerwände (31, 32) relativ zueinander mehrstückig sind und die zweite Dichtungsträgerwand (32) über das Verbindungselement (35) an der ersten Dichtungsträgerwand (31) und dem Dichtungsträger (41) befestigt ist, wobei der Gleitkörper (36) die Dichtungsträgerwände (31, 32) solchermaßen voneinander beabstandet hält, dass sie miteinander axial einen Zwischenraum (22) begrenzen, in welchen die Leitschaukelanordnung (21) mit einem sich nach radial innen erstreckenden Führungszapfen (21c) eingreift, wobei die zweite Dichtungsträgerwand (32) von der in Axialrichtung (17) weisenden Wandfläche (31b) der ersten Dichtungsträgerwand (31) und von dem Dichtungsträger (41) beabstandet ist.

2. Modul (20) nach Anspruch 1, bei welchem die erste Dichtungsträgerwand (31) und die zweite Dichtungsträgerwand (32) eine kontaktlose Labyrinthdichtung (25) miteinander bilden.
3. Modul (20) nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die zweite Dichtungsträgerwand (32) und der Dichtungsträger (41) eine kontaktlose Labyrinthdichtung (125) miteinander bilden.
4. Modul (20) nach Anspruch 2 oder 3, bei welcher die zweite Dichtungsträgerwand (32) einen in Axialrichtung zu der ersten Dichtungsträgerwand (31) hervorstehenden Axialabschnitt (32.1) zur Ausbildung der kontaktlosen Labyrinthdichtung (25, 125) umfasst.
5. Modul (20) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei welchem zumindest eine der Dichtungsträgerwände (31, 32) in einem axialen Schnitt betrachtet zur Ausbildung der kontaktlosen Labyrinthdichtung (25, 125) mit einer Stufe (31.2) geformt ist.
6. Modul (20) nach Anspruch 1, bei welchem die erste Dichtungsträgerwand (31) einen in Axialrichtung (17) zur zweiten Dichtungsträgerwand (32) hin vorstehenden Axialabschnitt (31.1) umfasst, der radial zum Dichtungsträger (41) versetzt ist und durch einen radialen Kontakt (65) an der zweiten Dichtungsträgerwand (32) mit dieser eine Dichtung (66) bildet.
7. Modul (20) nach Anspruch 6, bei welchem die zweite Dichtungsträgerwand (32) einen in Axialrichtung zur ersten Dichtungsträgerwand (31) hin vorstehenden Axialabschnitt (31.1) umfasst, der radial zum Dichtungsträger (41) versetzt ist und den radialen Kontakt (65) mit dem Axialabschnitt der ersten Dichtungsträgerwand (31) bildet.
8. Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Dichtungsträger (41) ausschließlich durch die erste Dichtungsträgerwand (31) positioniert ist und in der bestimmungsgemäßen Anordnung ansonsten nach radial außen kontaktfrei zu weiteren Bauteilen ist und/oder keine weiteren nach radial außen vorstehenden Abschnitte umfasst.
9. Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem, bezogen auf eine Durchströmung (15) des Moduls (20), die erste Dichtungsträgerwand (31) stromauf und die zweite Dichtungsträgerwand (32) stromab angeordnet ist.
10. Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Gleitkörper (36) mehrstückig zu den Dichtungsträgerwänden (31, 32) ist und das Verbindungselement (35) den Gleitkörper (36) durchsetzt.
11. Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem die zweite Dichtungsträgerwand (32) eine geringere Dicke als die erste Dichtungsträgerwand (31) hat.
12. Modul (20) nach Anspruch 11, bei welchem die zweite Dichtungsträgerwand (32) aus einem Blech gebildet ist, welches vorzugsweise in Umlaufrichtung unterbrechungsfrei durchgehend vorgesehen ist.
13. Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem die erste Dichtungsträgerwand (31) monolithisch mit dem Dichtungsträger (41) geformt ist, insbesondere im Querschnitt eine T-Form mit dem Dichtungsträger (41) bildet.



- 14.** Turbine (1c) für eine Strömungsmaschine (1), insbesondere ein Flugtriebwerk, mit einem Modul (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

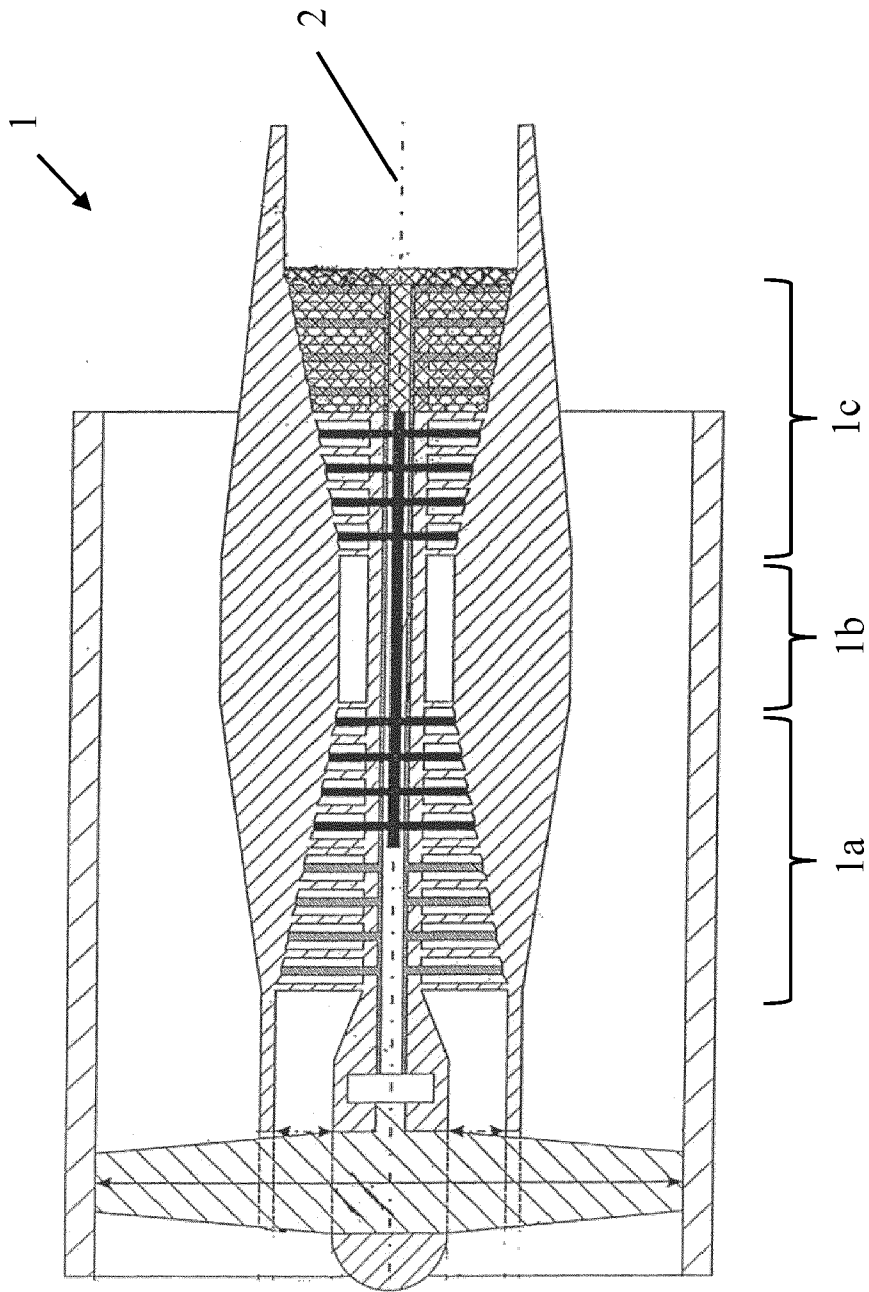


Fig. 1

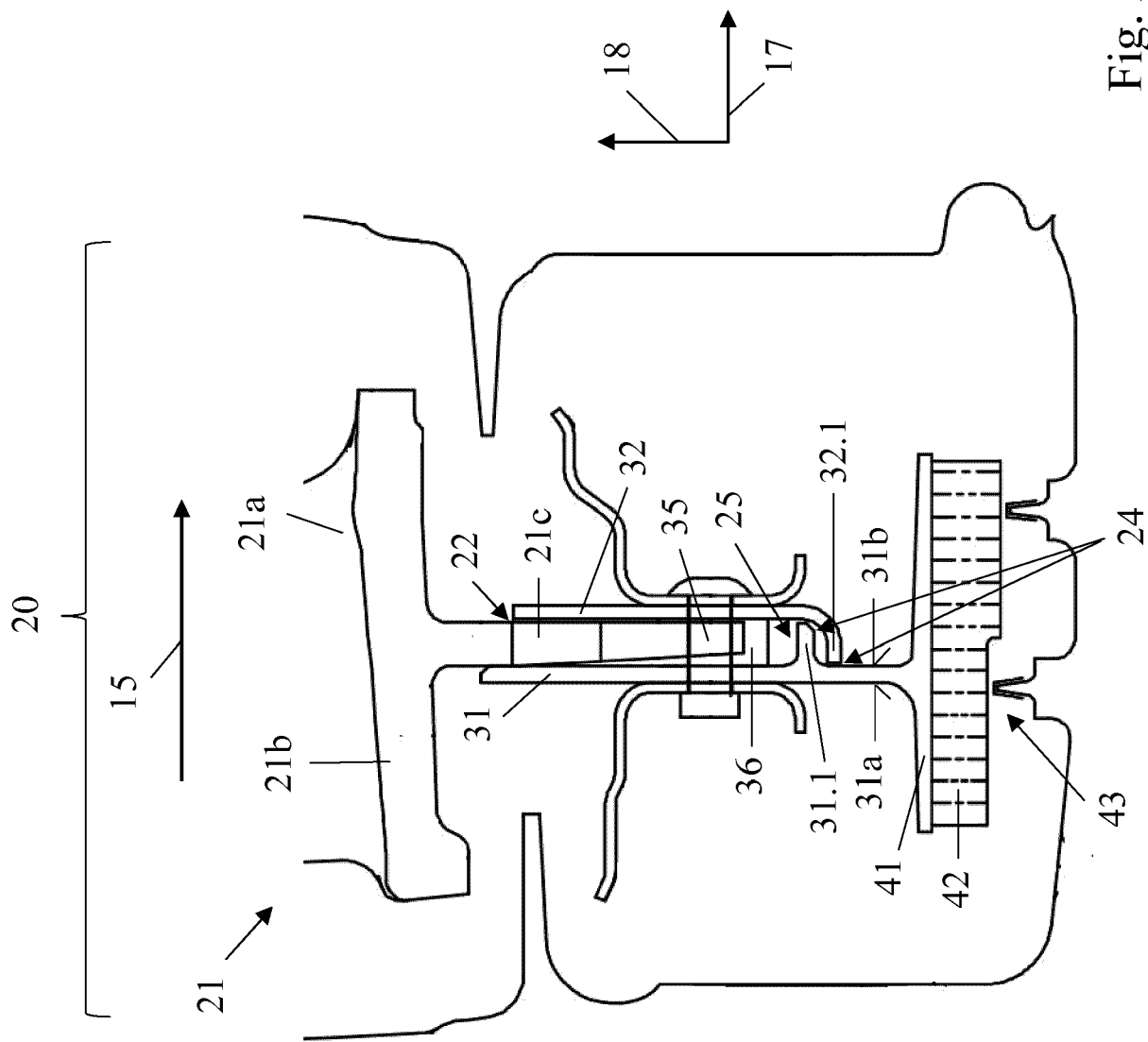


Fig. 2

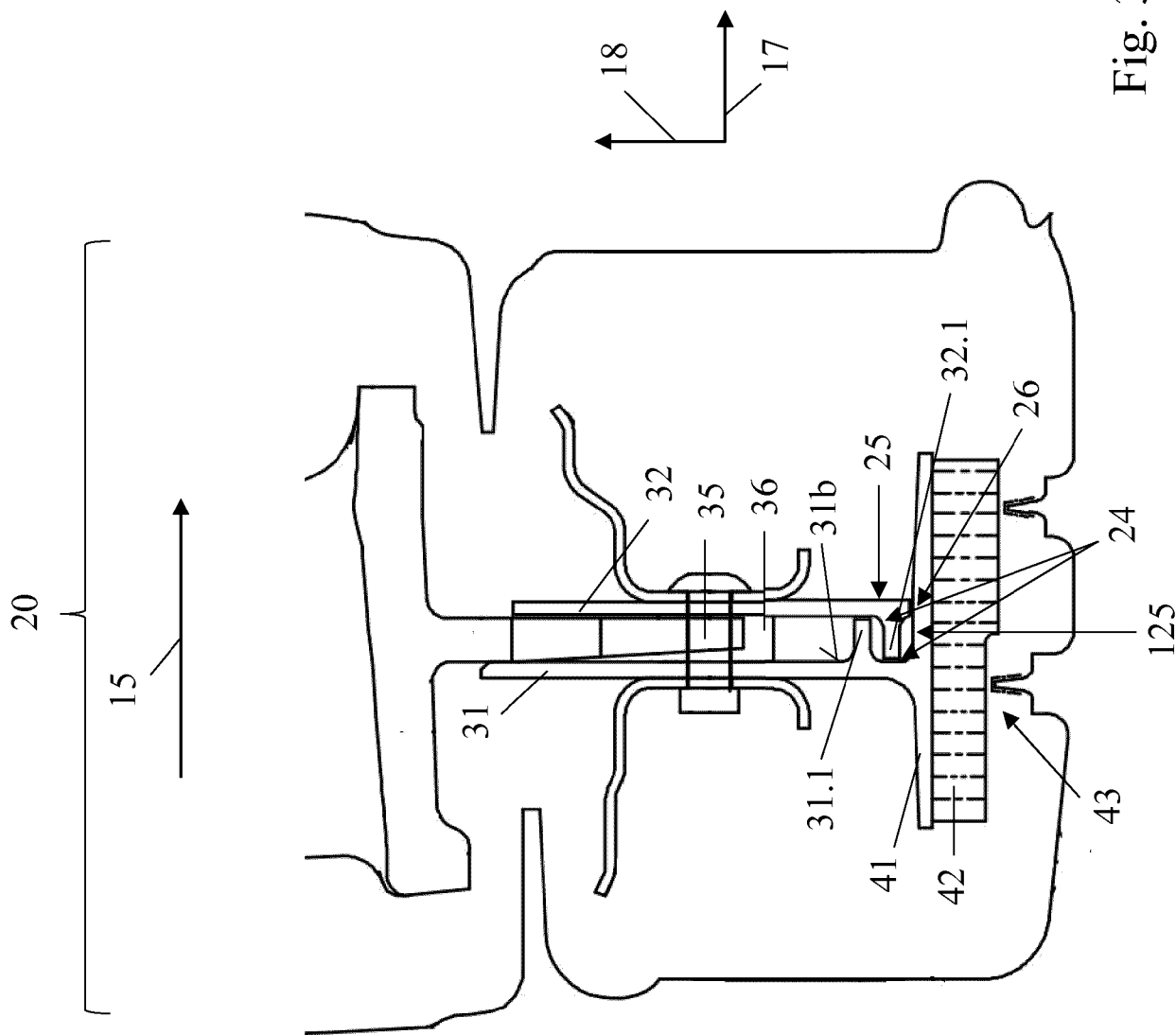


Fig. 3

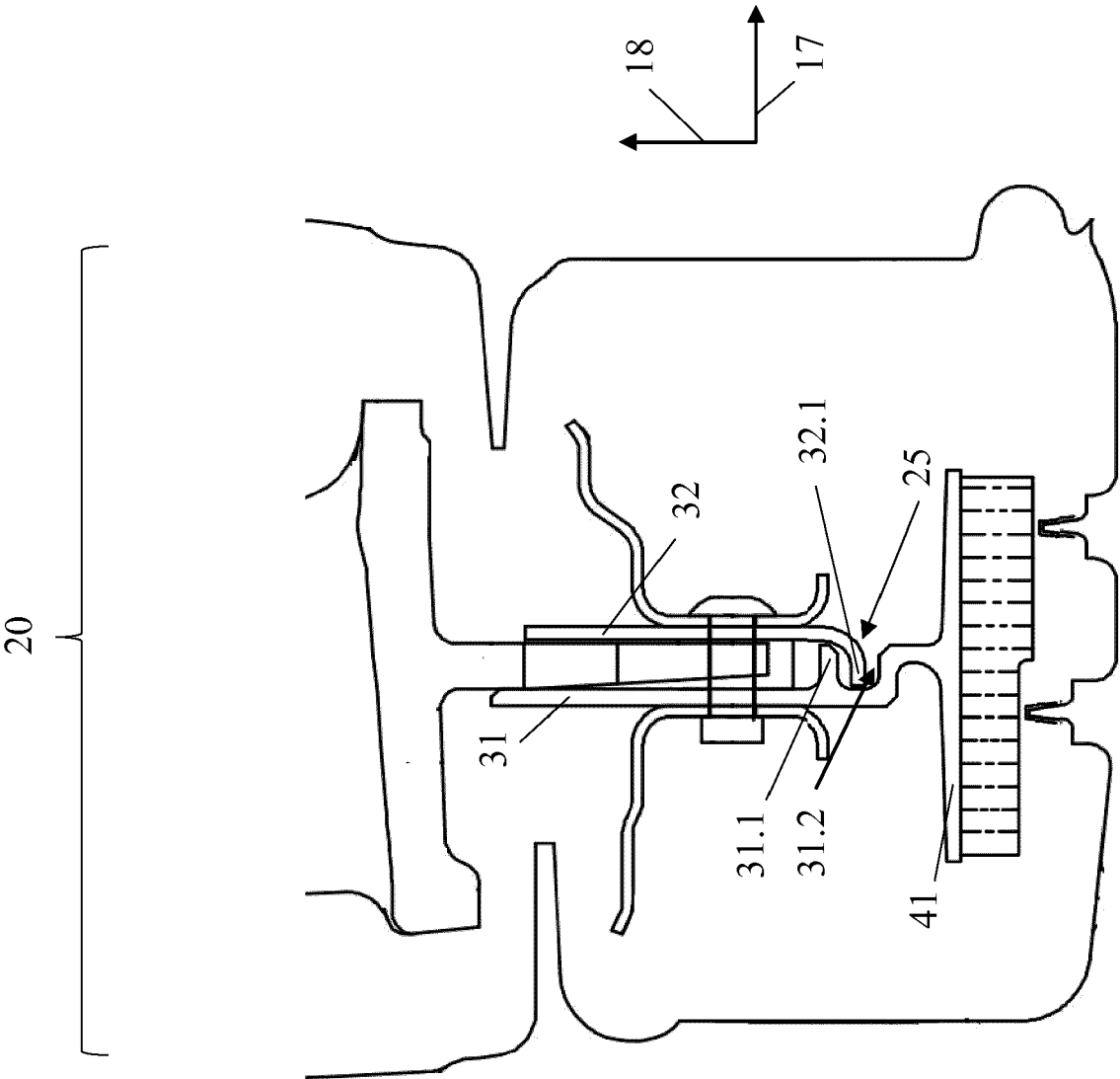


Fig. 4

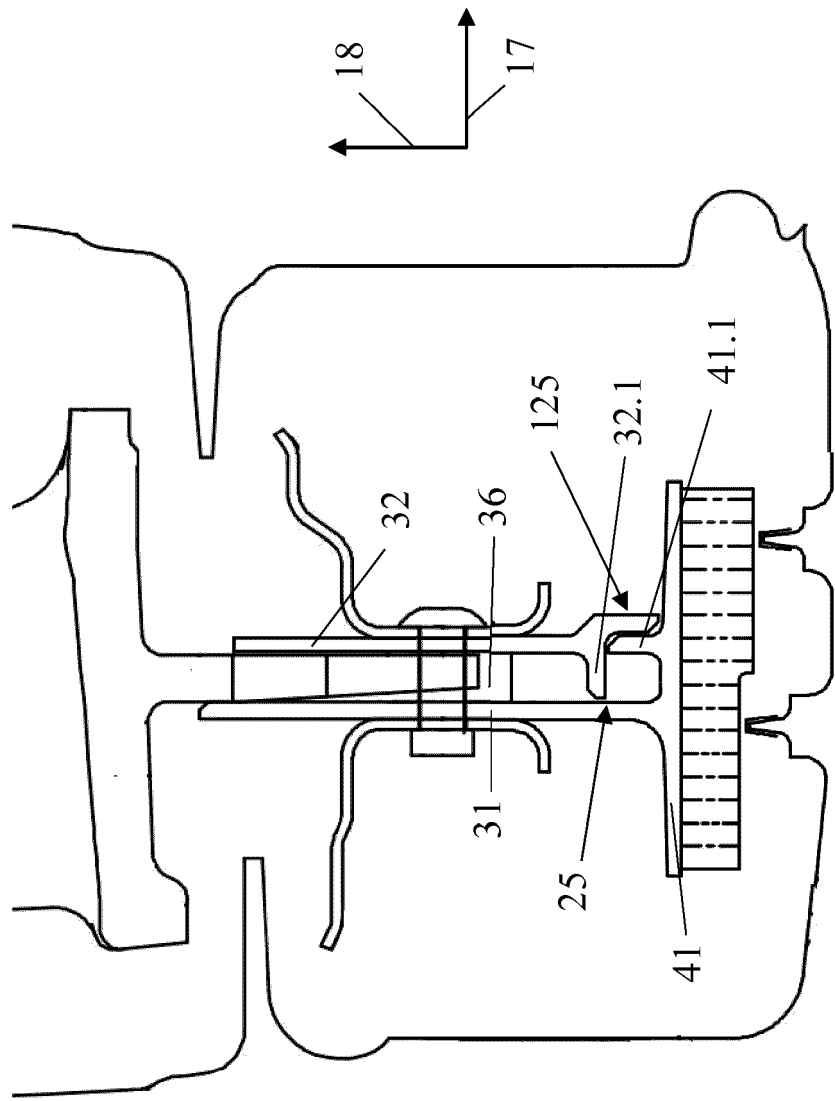


Fig. 5

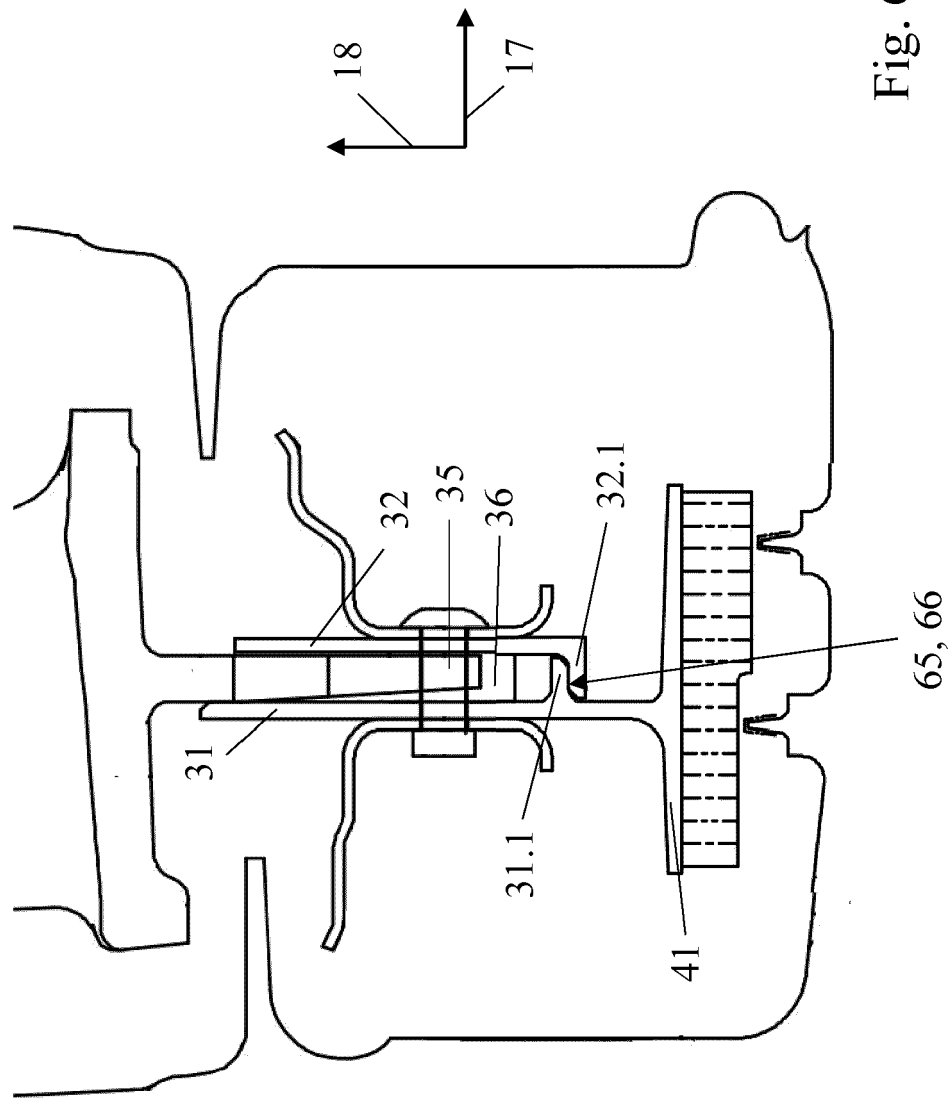


Fig. 6

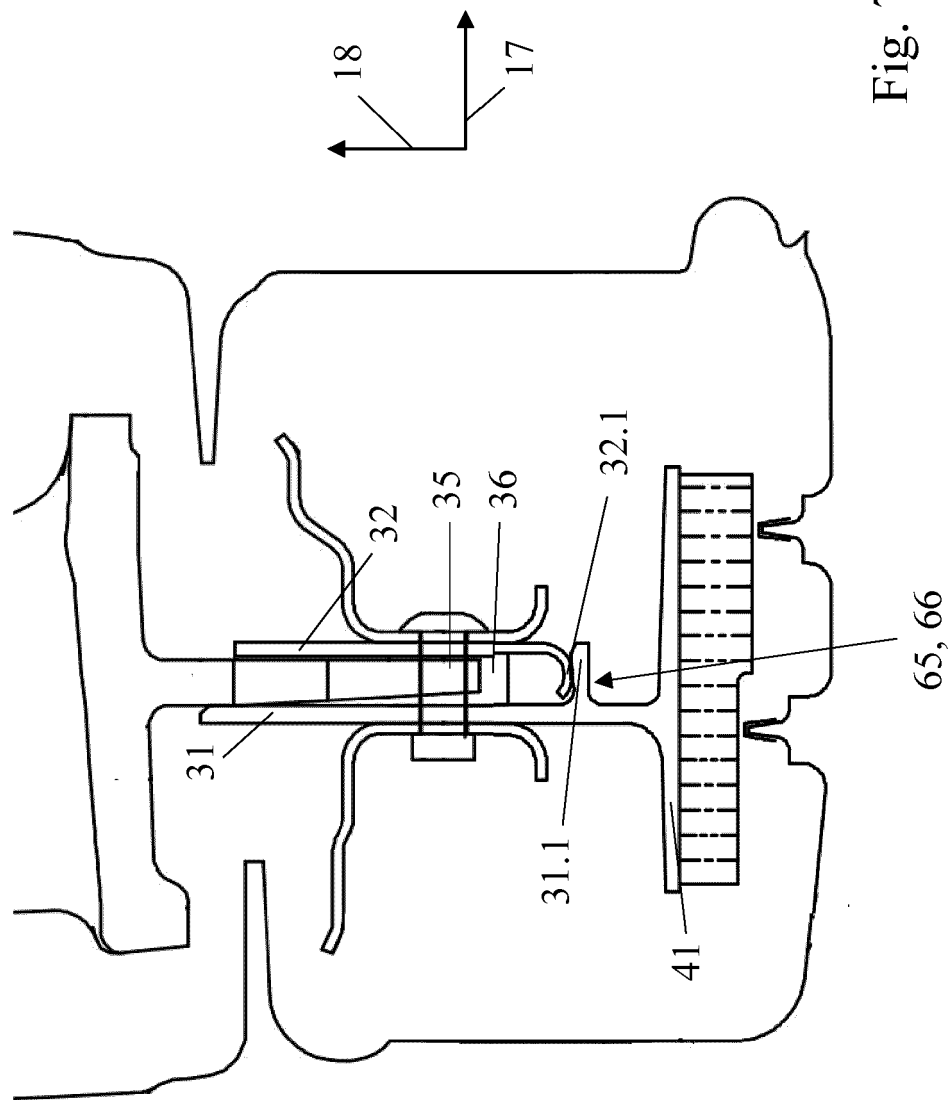


Fig. 7



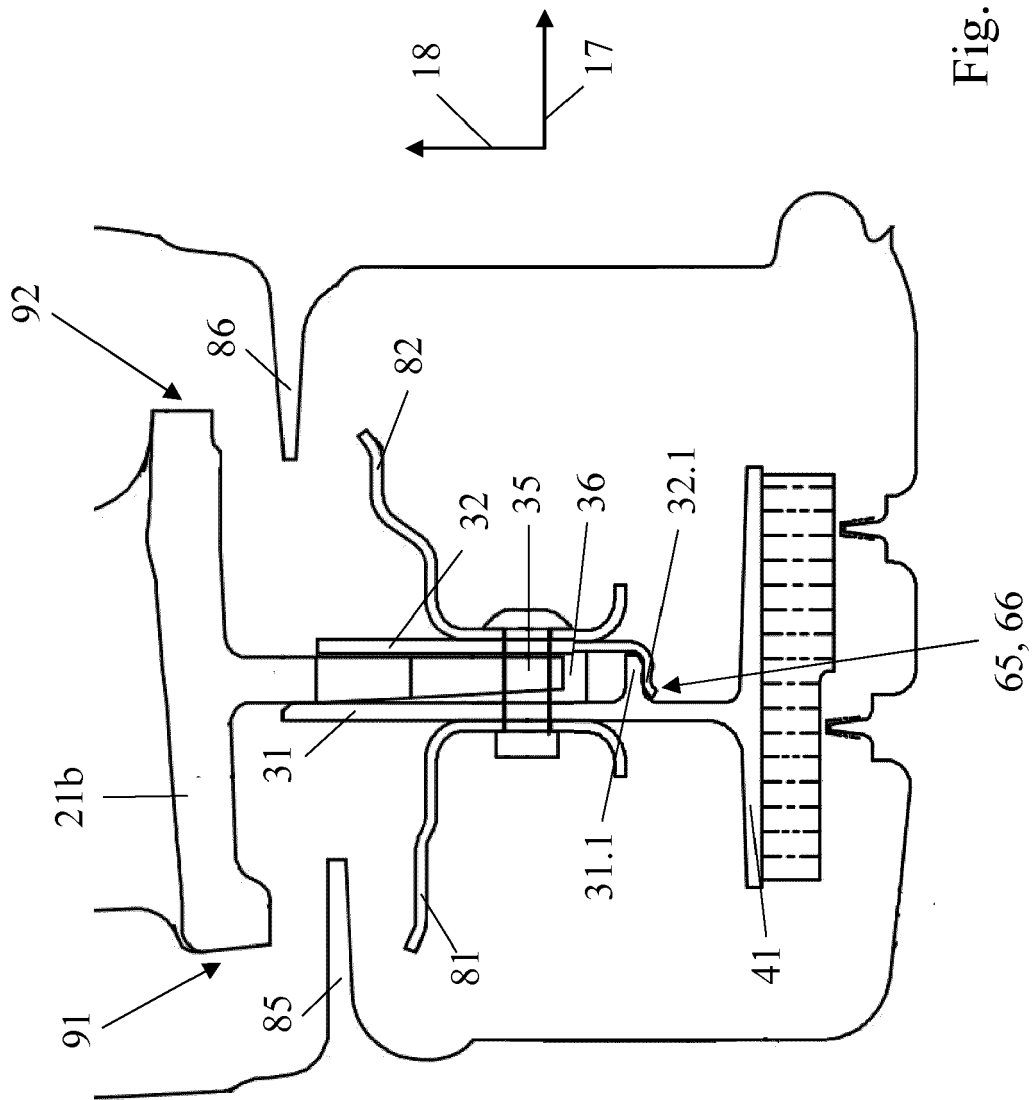


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 0590

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2021 113833 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG [DE]) 1. Dezember 2022 (2022-12-01) * Absätze [0046], [0047]; Abbildung 2 * -----	1,8-14	INV. F01D11/00 F01D11/02 F01D25/24
A	EP 3 483 399 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]; ALMECON TECH GMBH [DE]) 15. Mai 2019 (2019-05-15) * Absätze [0028], [0029]; Abbildung 5 * -----	1-14	ADD. F01D9/04
A	US 2018/340435 A1 (SCHLEMMER MARKUS [DE] ET AL) 29. November 2018 (2018-11-29) * Absätze [0024], [0025]; Abbildung 1 * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	22. November 2024	Pileri, Pierluigi	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

# ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 18 0590

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

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102021113833 A1	01-12-2022	KEINE	
15	EP 3483399 A1	15-05-2019	EP 3483399 A1	15-05-2019
			ES 2828719 T3	27-05-2021
			US 2019136705 A1	09-05-2019
20	US 2018340435 A1	29-11-2018	EP 3409897 A1	05-12-2018
			ES 2765852 T3	11-06-2020
			PL 3409897 T3	30-04-2020
			US 2018340435 A1	29-11-2018
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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