

(19)



(11)

EP 2 873 808 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.05.2015 Patentblatt 2015/21

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01) F01D 5/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14193324.2**

(22) Anmeldetag: **14.11.2014**

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

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

(72) Erfinder:
• **Humhauser, Werner**
85368 Moosburg (DE)
• **Klingels, Hermann**
85221 Dachau (DE)
• **Klötzer, Alexander**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)

(30) Priorität: **19.11.2013 DE 102013223583**

(54) Schaufel-Scheiben-Verbund, Verfahren und Strömungsmaschine

(57) Offenbart ist Schaufel-Scheiben-Verbund (1) einer Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Laufschaufeln (6, 8, 10) und mit einer Verschlusschaufel (11), die in eine Verankerungsnut (16) eingekippt werden, mit zumindest einem Umfangssicherungselement (56), das mit zumindest einer Schaufel formschlüssig zusammenwirkt, einer Vielzahl von Herauskippsicherungselementen (38), die zwischen dem Nutgrund (22) und den Fußabschnitten (12) ange-

ordnet sind und die im Ruhezustand die Schaufeln in Oberlage vom Nutgrund beabstanden, und mit einem Schließelement (62), das abschnittsweise zwischen dem Nutgrund (22) und den Fußabschnitten (12) angeordnet ist und das im Ruhezustand die Verschlusschaufel (11) in Oberlage vom Nutgrund (22) beabstandet, ein Verfahren zur Montage eines derartigen Schaufel-Scheiben-Verbundes sowie eine Strömungsmaschine.

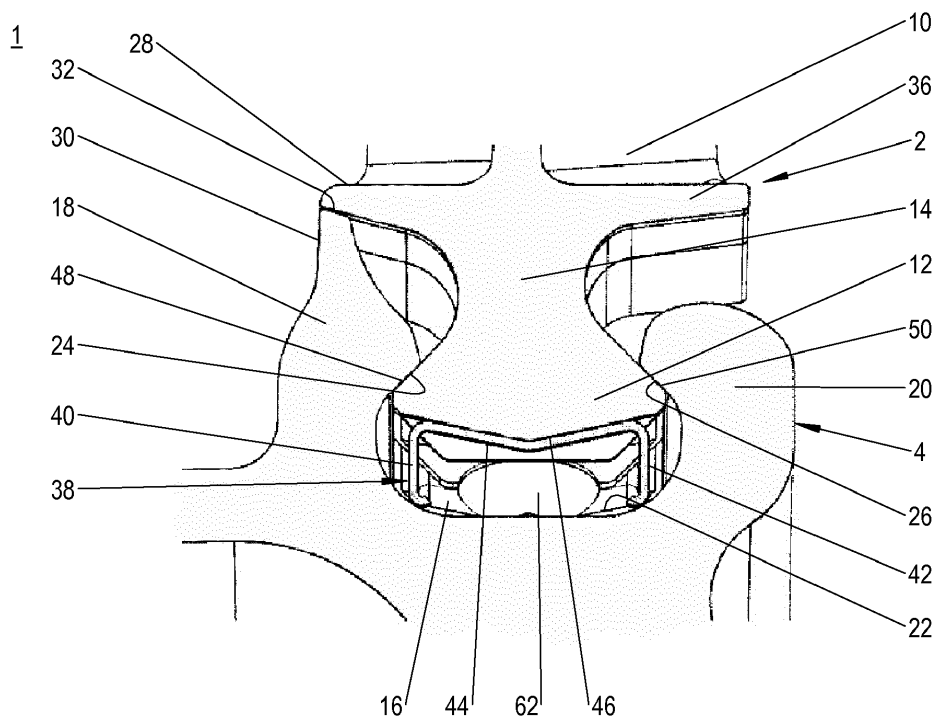


Fig. 1

EP 2 873 808 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schaufel-Scheiben-Verbund, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Schaufel-Scheiben-Verbunds sowie eine Strömungsmaschine.

[0002] Bekannte Schaufel-Scheiben-Verbunde in Strömungsmaschinen wie Gasturbinen haben regelmäßig Schaufelsicherungen, die aufgrund ihrer geometrischen Ausgestaltung lebensdauerminimierend für den Schaufel-Scheiben-Verbund oder sogar für den gesamten Rotor sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn Sicherungselemente zum Sichern der Schaufeln an der Scheibe hohen Temperaturen ausgesetzt sind oder an stark beanspruchten Positionen montiert sind. Durch die Sicherungselemente entsteht nämlich häufig eine hohe zusätzliche Last auf die Schaufeln oder Scheibe. Bei Blechsicherungen besteht häufig das Problem, dass diese Lasten über Kanten oder Punkte übertragen werden und damit zu zusätzlichen Spannungsspitzen im Material führen. Bei zur Sicherung verwendeten gebogenen Drähten besteht zusätzlich das Problem, eine definierte Lage unter Last vorherzusagen. Eine unerwünschte Bewegung oder ein Schwingen des Drahtes ist nicht auszuschließen.

[0003] Ein beispielhafter Rotor-Scheiben-Verbund ist in der DE 10 2005 003 511 A1 gezeigt. Die Schaufeln sind auf einem Radialbund der Scheibe angeordnet und greifen mit einem Fußabschnitt in eine umfangsseitige Verankerungsnut ein. Die Sicherung der Schaufeln in Radialrichtung erfolgt über einen Formschluss der Schaufeln mit dem Radialbund. Die Sicherung der Schaufeln in Umfangsrichtung erfolgt über einen Sicherungsring, der entgegengesetzt zu den Schaufeln an dem Radialbund angeordnet ist und dabei mit den Schaufeln verzahnt ist.

[0004] In der GB 630732 A ist ein Schaufel-Scheiben-Verbund gezeigt, bei dem die Schaufeln beidseits an einem sich radial nach außen verjüngenden Radialbund angeordnet sind. Die Sicherung der Schaufeln erfolgt über Sicherungsdrähte, die in sich in Umfangsrichtung erstreckende Aufnahme- bzw. Einfüllnuten eingeschoben sind und mit jeweils einem Teilquerschnitt im Radialbund und in den Schaufelfüßen liegen. Zusätzlich können die Schaufelfüße mit Fußabschnitten in eine umfangsseitige Verankerungsnut des Radialbundes formschlüssig eingreifen.

[0005] In der US 3,282,561 ist ein Schaufel-Scheiben-Verbund gezeigt, bei dem die Schaufeln in eine umfangsseitige Verankerungsnut der Scheibe formschlüssig eingreifen und jeweils benachbarte Schaufeln über sich schräg zur Scheibe erstreckende Sicherungsstifte miteinander verbunden sind, die in entsprechende Schaufelfußbohrungen eingeführt sind.

[0006] In der DE 10 346 263 A1 ist ein Schaufel-Scheiben-Verbund gezeigt, bei dem die Schaufeln in eine sich radial nach außen erweiternde Umfangsnut eingesetzt sind und über in Aufnahmenuten positionierten Sicherungsdrähten an der Scheibe gesichert sind, die jeweils mit einem Teilquerschnitt in den Nutwandungen und in den Schaufelfüßen liegen.

rungsdrähten an der Scheibe gesichert sind, die jeweils mit einem Teilquerschnitt in den Nutwandungen und in den Schaufelfüßen liegen.

[0007] Aus der US 4,255,086 ist ein Schaufel-Scheiben-Verbund bekannt, bei dem die Schaufeln über eine Einfüllnut in eine umfangsseitige Verankerungsnut axial eingesetzt und dann in Umfangsrichtung verschoben werden. Die Schaufeln werden zu Schaufelgruppen zusammengefasst und im Ruhezustand mittels eines sich über jeweils eine Schaufelgruppe erstreckenden Drahtelements radial nach außen gedrückt. Die Einfüllnut ist als eine Einkerbung einer der Nutwandungen der Verankerungsnut ausgebildet. Unabhängig von dem Drahtelement wird ein Herauskippen der Schaufeln über einen Formschluss mit den Nutwandungen verhindert.

[0008] In der DE 10 2004 051 116 A1 ist ein Schaufel-Scheiben-Verbund gezeigt, bei dem die Schaufeln in eine umfangsseitige Verankerungsnut der Scheibe formschlüssig eingreifen. In Radialrichtung sind die Schaufeln über den Formschluss mit der Verankerungsnut gesichert. In Umfangsrichtung sind die Schaufeln über Längsstifte gesichert, die in zinnenartigen Vorsprüngen der Nutwandungen geführt sind. Die beiden Nutwandungen der Verankerungsnut sind seitlich geschlossen und somit ohne eine Einfüllnut zum Einsetzen der Schaufeln versehen. Das Einsetzen der Schaufeln erfolgt über eine Kippbewegung der Schaufeln in Axialrichtung des Schaufel-Scheiben-Verbundes.

[0009] In der DE 60 202 738 T2 und in der DE 60 116 460 T2 sind Schaufel-Scheiben-Verbunde gezeigt, die in eine umfangsseitige Verankerungsnut eingesetzt sind und in Radialrichtung über einen Formschluss zwischen nutwandseitigen Lagerabschnitten und ihren Schaufelfüßen gesichert sind. Zum Einsetzen der Schaufeln sind die Lageabschnitte durch radial geöffnete Ausnehmungen in Umfangsrichtung voneinander beabstandet. Die Sicherung der Schaufeln in Umfangsrichtung erfolgt über Verriegelungssysteme bestehend aus einem in die Verankerungsnut eingesetzten Verriegelungskörper und einer radial in dem Verriegelungskörper geführten Schraube. Die Verriegelungssysteme werden zwischen zwei benachbarten Schaufeln positioniert und mittels der Schraube zwischen dem Nutgrund und Schaufelplattformabschnitten eingespannt. Die Schrauben werden dabei gegen den Nutgrund gedrückt bzw. stützen sich auf diesem ab. Ein ähnlicher Schaufel-Scheiben-Verbund ist in der EP 1 801 355 A1 gezeigt.

[0010] In der FR 2965008 A1 ist ein weiterer Schaufel-Scheiben-Verbund gezeigt. Bei diesem Schaufel-Scheiben-Verbund wird beispielsweise zur Sicherung der Schaufeln über Schrauben ein U-förmiger Einsatz zwischen einem in eine Verankerungsnut eingesetzten Verriegelungskörper und dem Nutgrund plastisch verformt.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schaufel-Scheiben-Verbund zu schaffen, der eine alternative Schaufelsicherung umfasst und einfach zu montieren und demontieren ist. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Montage eines derartigen

Schaufel-Scheiben-Verbundes sowie eine Strömungsmaschine zu schaffen.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst, durch einen Schaufel-Scheiben-Verbund mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 und durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14.

[0013] Ein erfindungsgemäßer Schaufel-Scheiben-Verbund einer Strömungsmaschine hat eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Laufschaufeln und eine Verschluss-schaufel, die mit Fußabschnitten in eine umfangsseitige Verankerungsnut einer Rotorscheibe eingesetzt sind und mit Lagerabschnitten einer vorderen Wandung und einer hinteren Wandung in Radialrichtung formschlüssig zusammenwirken. Zudem hat der erfindungsgemäßer Schaufel-Scheiben-Verbund zumindest ein Umfangssicherungselement, das mit zumindest einer der Schaufeln formschlüssig zusammenwirkt und eine Vielzahl von Herauskippsicherungselementen, die zwischen dem Nutgrund und den Fußabschnitten angeordnet sind und die im Ruhezustand die Schaufeln in Oberlage vom Nutgrund beabstanden.

[0014] "Oberlage" bedeutet, dass sich die Schaufeln an einem oberen Bereich des Schaufel-Scheiben-Verbundes befinden. Bei horizontaler Ausrichtung der Strömungsmaschine ist dies der Bereich oberhalb der Horizontalebene. Das Anheben der Schaufeln in Oberlage bewirkt im Ruhezustand bzw. Stillstand der Strömungsmaschine, dass ihre Fußabschnitte nahe der Lagerabschnitte positioniert sind, wodurch ein Herauskippen aus der Verankerungsnut im Ruhezustand verhindert wird. In Unterlage, dass heißt bei Positionierung in einem unteren Bereich des Schaufel-Scheiben-Verbundes, werden die Schaufeln im Ruhezustand durch die Schwerkraft selbsttätig in Anlage mit den Lagerabschnitten gebracht und stützen sich an diesen ab, wodurch sie gegen ein Herauskippen gesichert sind. Im Betrieb der Strömungsmaschine werden die Schaufeln aufgrund der auf sie wirkenden Fliehkraft gegen die Lagerabschnitte gedrückt und sind somit ebenfalls gegen ein Herauskippen gesichert. Die Herauskippsicherungselemente und aufgrund der hohen Fliehkkräfte im Wesentlichen auch die Umfangssicherungselemente erfüllen im Betrieb keine primäre Sicherungsfunktion. Diese wird ausschließlich über die Lagerabschnitte der Nutwandungen erbracht. Hierdurch können die Laufschaufeln und die Verschluss-schaufel eine optimale Betriebslage einnehmen. Die Lagerabschnitte können dabei aufgrund des Einkippens der Schaufeln frei von Ausnehmungen zum Einsetzen der Schaufeln sein. Bevorzugterweise werden die Schaufeln in Axialrichtung, also um ihre Querachse, eingekippt.

[0015] Die Erfindung schafft die Möglichkeit, die Schaufeln eines Schaufel-Scheiben-Verbundes in axialer Richtung und in Umfangsrichtung form- und kraftschlüssig zu sichern. Durch die Art der konstruktiven Ausführung werden lebensdauerminimierende Eigenschaften an der Scheibengeometrie deutlich reduziert.

Gleichzeitig kann durch die Art der konstruktiven Ausführung auf kostengünstige und nach Wartungsintervallen zum Teil wieder verwendbare Sicherungselemente zurückgegriffen werden. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes besteht insbesondere in dem Verzicht auf lebensdauerlimitierende Einfüllnuten für die Schaufeln und für die Sicherungselemente, und in der Verwendung von niedrig belasteten Sicherungselementen. Im Betrieb liegen die Sicherungselemente großflächig an den angrenzenden Bauteilen an. Dadurch entstehen kaum Kantenlasten oder Punklasten und damit auch keine Spannungsspitzen im Material. Die Art der Konstruktion gewährleistet eine einfache, schnelle und reproduzierbare Montage und Demontage bzw. Sicherung und Endsicherung der Schaufeln, da keine oder nur geringe plastische Verformungen an den Sicherungselementen notwendig sind.

[0016] Bei einem Ausführungsbeispiel ist das zumindest eine Umfangssicherungselement ein länglicher Körper, der endseitig in zwei zueinander fluchtende Aufnahmen der Wandungen eingesetzt ist, wobei die zumindest eine Schaufel eine axiale Aussparung zur Aufnahme des Umfangssicherungselementes hat. Die Aufnahmen sind einfach auszubilden und verhindern bei Positionierung in den Lagerabschnitten eine Schwächung der Nutwandungen. Zudem kann, wenn die Aufnahmen als in radialer Richtung geöffnete Schlitzte ausgebildet sind, das zumindest eine Umfangssicherungselement radial von außen nach innen eingesteckt werden. Dabei können sie derartige Breiten bzw. Radien aufweisen, dass das zumindest eine Umfangssicherungselement nicht radial eingesteckt wird, sondern eingedreht werden kann. Die Drehung verläuft dabei dann bevorzugterweise in radialer Richtung.

[0017] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist das zumindest eine Umfangssicherungselement ein Wandabschnitt der einen Wandung und die zumindest eine Schaufel hat eine korrespondierende plattformseitige axiale Rückstufung zum Zusammenwirken mit dem Wandabschnitt. Hierdurch ist das zumindest eine Umfangssicherungselement als ein integraler Abschnitt der Scheibe ausgebildet, was die Montage der Schaufel aufgrund von wegfallenden Montageschritten weiter vereinfacht und zeitlich verkürzt.

[0018] Die Herauskippsicherungselemente sind bevorzugterweise umgeformte Blechkörper, die sich mit ihren Stützschenkeln bzw. Beinen am Nutgrund abstützen. Derartige Blechkörper sind einfach herzustellen und anzupassen. Insbesondere sind sie U-förmige oder M-förmige Metallprofile. Die Profilform richtet sich nach den Schaufelfüßen und insbesondere nach deren Unterseiten, mit denen die Schaufeln im Ruhezustand auf den Blechkörpern aufliegen.

[0019] Zur Sicherung der Herauskippsicherungselemente in Umfangsrichtung können zumindest einige Schaufeln einen Anlageabschnitt haben, an dem jeweils ein Herauskippsicherungselement seitlich anliegt.

[0020] Bevorzugterweise weist der Schaufel-Schei-

ben-Verbund ein Schließelement auf, das abschnittsweise zwischen dem Nutgrund und den Fußabschnitten angeordnet ist und das im Ruhezustand die Verschlusschaufel in Oberlage vom Nutgrund beabstandet. Die Verschlusschaufel wird somit quasi wie die übrigen Schaufeln in der Verankerungsnut gehalten. Bei einem Ausführungsbeispiel ist das Schließelement in einer Bohrung der Verschlusschaufel geführt und taucht zwischen zwei benachbarte Herauskippsicherungselemente ein. Durch die Ausbildung der Bohrung in der Verschlusschaufel sind keine zusätzlichen Verriegelungskörper notwendig. Die Bohrung ist bevorzugterweise derart in radialer Richtung orientiert, dass sie mit ihrer Längsachse an dem Schaufelblatt vorbeigeführt ist. Hierdurch ist das Schließelement frei zugänglich.

[0021] Bevorzugterweise ist das Schließelement ein Schraubelement, das mit einer Drehsicherung versehen ist. Das Schraubelement erlaubt eine präzise Einstellung und insbesondere entfällt eine plastische Verformung. Zudem erlaubt das Schraubelement eine zerstörungsfreie Demontage und ist somit wiederverwendbar. Durch die Drehsicherung wird ein unbeabsichtigtes Verdrehen des Schraubelementes verhindert.

[0022] Um ein Lösen des Schließelementes von der Verschlusschaufel im Betrieb selbst in dem unwahrscheinlichen Fall zu verhindern, dass die Drehsicherung versagt, kann das Schließelement einen Kopf aufweisen, der gegenüber seinem in der Bohrung geführten Schaft verdickt ist und der zwischen zwei Herauskippsicherungselementen angeordnet ist.

[0023] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel hat das Schließelement einen Herauskippsicherungselementartigen Grundkörper mit einer plastisch verformbaren Lasche, die in einer Ausnehmung der Verschlusschaufel eingreift. Die Lasche ermöglicht eine einfache und wirkungsvolle Verriegelung. Die Verschlusschaufel ist lediglich mit einer fußseitigen Ausnehmungen zu versehen. Die Ausbildung einer die Verschlusschaufel durchsetzenden Bohrung und insbesondere einer Innengewindebohrung entfällt.

[0024] Die Montage dieses Schließelementes wird vereinfacht, wenn der Grundkörper eine Vielzahl von Werkzeugaufnahmen aufweist, die in Umfangsrichtung des Schaufel-Scheiben-Verbundes nebeneinander angeordnet sind. Hierdurch können die schließelementenseitige Lasche und die verschlusschaufelseitige Ausnehmung genau zueinander ausgerichtet werden.

[0025] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Montieren eines erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes wird zuerst eine Rotorscheibe mit einer umfangsseitigen Verankerungsnut bereitgestellt, die von zwei Wandungen begrenzt ist, wobei die Wandungen zwei gegenüberliegende Lagerabschnitte aufweisen. Dann werden die Laufschaufeln in die Verankerungsnut eingekippt, wobei die Laufschaufeln mit ihren Fußabschnitten unter die Lagerabschnitte eintauchen und eine zuerst eingesetzte Schaufel formschlüssig mit einem Umfangssicherungselement in Eingriff gebracht wird.

Anschließend werden die Laufschaufeln einzeln oder in Gruppen durch das Einschieben von Herauskippsicherungselementen unter ihre Fußabschnitte angehoben bzw. vom Nutgrund beabstandet. Abschließend wird eine Verschlusschaufel in die Verankerungsnut eingekippt und bevorzugterweise ein mit der Verschlusschaufel zusammenwirkendes Schließelement aktiviert. Das Verfahren ermöglicht eine einfache, schnelle und reproduzierbare Montage und Demontage bzw. Sicherung und Endsicherung der Schaufeln.

[0026] Bevorzugterweise ist das Schließelement ein Schraubelement und wird soweit eingedreht, dass es bei Anlage der Laufschaufeln an den Lagerabschnitten vom Nutgrund beabstandet ist. Hierdurch werden im Betrieb Relativbewegungen zwischen dem Schließelement und dem Nutgrund verhindert, so dass negative Phänomene wie ein Materialabrieb bzw. "Fretting" zwischen dem Schließelement und dem Nutgrund verhindert werden.

[0027] Eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine wie eine Gasturbine und insbesondere ein Flugtriebwerk weist zumindest einen erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbund auf. Der Schaufel-Scheiben-Verbund ist verdichterseitig und/oder turbinenseitig anordenbar. Eine derartige Strömungsmaschine zeichnet sich durch einen hochbelastbaren Rotor aus.

[0028] Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0029] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes,

Fig. 2 einen Frontalschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine Unteransicht einer Laufschaufel mit einem Herauskippsicherungselement des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 4 eine Draufsicht auf ein montiertes Umfangssicherungselement des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 5 das Umfangssicherungselement im Zusammenwirken mit einer Laufschaufel,

Fig. 6 eine Vorderansicht eines Fußabschnitts einer Verschlusschaufel des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des Fußabschnittes der Verschlusschaufel,

Fig. 8 einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen

Schaufel-Scheiben-Verbundes,

- Fig. 9 eine Einzeldarstellung eines Schließelementes des zweiten Ausführungsbeispiels,
- Fig. 10 das Schließelement des zweiten Ausführungsbeispiels im Zusammenwirken einer Verschluss-schaufel,
- Fig. 11 einen Schnitt durch das Schließelement des zweiten Ausführungsbeispiels im Zusammenwirken mit einer Verschluss-schaufel und zwei benachbarten Laufschaufeln in Rückansicht, und
- Fig. 12 einen Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes.

[0030] Wie in dem Längsschnitt in Fig. 1 und in der in Fig. 2 gezeigt, hat ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes 1 einer Strömungsmaschine eine Schaufelreihe 2 und eine Rotorscheibe 4. Mit Bezug zur Fig. 1 wird die Strömungsmaschine in Richtung ihrer Maschinenlängsachse, also in axialer Richtung, von einem Heißgas von links nach rechts durchströmt. Mit Bezug zur Fig. 2 tritt somit das Heißgas senkrecht in die Zeichenebene ein. Die Strömungsmaschine ist beispielsweise eine Gasturbine und insbesondere ein Flugtriebwerk.

[0031] Der Schaufel-Scheiben-Verbund 1 bildet einen Teil eines Rotors, der um die Maschinenlängsachse rotiert. Der Rotor ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Turbinenrotor, kann jedoch auch ein Verdichterrotor sein. Die Schaufelreihe 2 besteht aus einer Vielzahl von in Umfangsrichtung des Schaufel-Scheiben-Verbundes 1 nebeneinander angeordneten Laufschaufeln 6, 8, 10, 11. Die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 sind jeweils mit ihrem Fuß bzw. Fußabschnitt 12 und ihrem Hals bzw. Halsabschnitt 14 in einer umfangsseitigen Verankerungsnut 16 der Rotorscheibe 4 aufgenommen.

[0032] Die Verankerungsnut 16 hat eine in Strömungsrichtung betrachtete vordere Wandung 18 und eine hintere Wandung 20, die über einen Nutgrund 22 miteinander verbunden sind. Zur Sicherung der Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 in Radialrichtung haben die Wandungen 18, 20 zwei gegenüberliegende Ringwulste bzw. Lagerabschnitte 24, 26, an denen die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 mit ihren gegenüber ihren Halsen 14 verbreiterten Füßen 12 im Betrieb der Strömungsmaschine in Radialrichtung anliegen. Der Nutgrund 22 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in Axialrichtung nicht angestellt.

[0033] Die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 erstrecken sich stromaufwärts mit einem vorderen Plattformabschnitt 28 über die vordere Wandung 18 und schließen bündig mit einer sich in Radialrichtung erstreckenden Stirnseite 30 der vorderen Wandung 18 ab. Im Ruhezustand liegen die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 mit ihren vorderen Platt-

formabschnitt 28 jeweils auf einer Umfangsfläche 32 der vorderen Wandung 18 auf und sind im Betrieb über einen kleinen Radialspalt von dieser beabstandet. Da die vordere Wandung 18 in Umfangsrichtung mit einer einheitlichen Höhe ausgebildet ist, weisen sämtliche Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 den gleichen vorderen Plattformabschnitt 28 auf.

[0034] Die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 erstrecken sich mit einem stromabwärtigen bzw. hinteren Plattformabschnitt 36 über die hintere Wandung 20. Aufgrund der geringeren Höhe der hinteren Wandung 20 im Vergleich zur vorderen Wandung 18 sind die Laufschaufeln 6, 8, 10, 11 im Ruhezustand mit ihren hinteren Plattformabschnitten 36 jeweils von der hinteren Wandung 20 in Radialrichtung beabstandet. Um ein versehentliches Herauskippen der Laufschaufeln 6, 8, 10 in Oberlage im Ruhezustand zu vermeiden, sind zwischen dem Nutgrund 22 und den Füßen 12 der Laufschaufeln 6, 8, 10 Herauskippsicherungselemente 38 angeordnet.

[0035] Die mit der Bezugsziffer 11 bezeichnete Laufschaufel ist eine sogenannte Verschluss-schaufel, die zuletzt in die Verankerungsnut 16 eingesetzt wird und mittels der die Schaufelreihe 2 geschlossen wird. Diese wirkt nicht mit einem Herauskippsicherungselement 38 zusammen, sondern verfügt über einen alternativen Herauskippsicherungsmechanismus, der im Folgenden noch erläutert wird.

[0036] Die Laufschaufeln 6, 8, 10 werden mittels der Herauskippsicherungselemente 38 im Ruhezustand in der gezeigten Oberlage vom Nutgrund 22 beabstandet und somit in Richtung der Lagerabschnitte 24, 26 angehoben. Die Laufschaufeln 6, 8, 10 sind somit mit ihren Füßen 12 nahe den Lagerabschnitten 24, 26 und entfernt vom Nutgrund 22 positioniert, wodurch sie nicht aus der Verankerungsnut 16 herauskippen können bzw. herausgekippt werden können.

[0037] Wie in Fig. 1 gezeigt, haben die Herauskippsicherungselemente 38 ein Profil mit einem vorderen Stützschenkel 40, einem hinteren Stützschenkel 42 und einem sich zwischen den Stützschenkeln 40, 42 erstreckenden Auflageabschnitt 44. Die Herauskippsicherungselemente 38 sind beispielsweise ein mehrfach gebogener Blechkörper und haben federelastische Eigenschaften. Im montierten Zustand stützen sich in der Oberlage die Herauskippsicherungselemente 38 mit ihren Stützschenkeln 40, 42 auf dem Nutgrund 22 ab. Die Laufschaufeln 6, 8, 10 liegen mit ihren Fußunterseiten 46 auf den Auflageabschnitten 44 auf und werden hierdurch mit ihren Fußoberseiten 48, 50 nahezu in Anlage mit den Lagerabschnitten 24, 26 gebracht. Im Ruhezustand der Strömungsmaschine sind leichte radiale Bewegungen der Laufschaufeln 6, 8, 10 ermöglicht. Die Form der Auflageabschnitte 44 ist korrespondierend zu den Fußunterseiten 46 gewählt. Aufgrund der hier zueinander angestellten Teilflächen des Auflageabschnitts 44 sind die Herauskippsicherungselemente 38 hier insbesondere M-förmige Profile. Wenn die Fußunterseiten 46 beispielsweise eben ausgebildet sind, haben die Heraus-

kippsicherungselemente 38 ein U-förmiges Profil (siehe drittes Ausführungsbeispiel in Figur 12).

[0038] Wie in den Figuren 3 gezeigt, kann jeder Laufschau- 5 fel 6, 8, 10 ein Herauskippsicherungselement 38 zugeordnet sein. Alternativ ist ein Herauskippsicherungselement 38 mehreren Laufschau- 10 feln 6, 8, 10 zugeordnet. Zur Umfangssicherung der Herauskippsicherungselemente 38 in der Verankerungsnut 16 haben die Laufschau- 15 feln 6, 8, 10 und die Verschlusschaukel 11 jeweils einen sich in Axialrichtung erstreckenden Anlageabschnitt 52. Der Anlageabschnitt 52 bildet eine seitliche Schulterfläche für die Herauskippsicherungselemente 38, so dass sich, wie in Figur 2 dargestellt, im montierten Zustand die Herauskippsicherungselemente 38 beidseits in Anlage mit den jeweils benachbarten Anlageabschnitten 52, 54 befinden.

[0039] Wie in den Fig. 2, 4, 5 gezeigt, weist der Schaufel-Scheiben-Verbund 1 zur Umfangssicherung der Laufschau- 20 feln 6, 8, 10 und der Verschlusschaukel 11 zumindest ein Umfangssicherungselement 56 auf. Das Umfangssicherungselement 56 ist beispielsweise ein rechteckiger Körper mit einer ebenen Auflagefläche 57 und einer abgerundeten Kopffläche 58. Er bildet mit zumin- 25 dest einer der Laufschau- 20 feln 6, 8, 10 eine formschlüssige Verbindung, die zur Aufnahme des Umfangssicherungselementes 56 eine sich in Längsrichtung erstreckende Aussparung 59 mit einer zur Außenkontur korrespondierenden konvexen Innenfläche aufweist. Selbstverständlich können auch mehrere Umfangssicherungselemente 56 vorgesehen sein. Beispielsweise kann auch jeder 30 Laufschau- 30 feln 6, 8, 10 ein Umfangssicherungselement 56 zugeordnet sein.

[0040] Das Umfangssicherungselement 56 ist endseitig in zwei zueinander fluchtende wandungsseitige Auf- 35 nahmen 60 eingesetzt und stützt sich im montierten Zustand auf einem Herauskippsicherungselement 38 mit seiner Auflagefläche 57 ab. Die Aufnahmen 60 sind hier axiale Rückstufungen der gegenüberliegenden Lagerabschnitte 24, 26. Bevorzugterweise sind die Aufnahmen 60 im Bereich der Lagerabschnitte 24, 26 ausgebildet und durchsetzen diese in radiale Richtung, so dass zum einen die Wandungen 18, 20 nicht geschwächt werden und zum anderen das Umfangssicherungselement 56 radial von außen nach innen eingesetzt werden kann.

[0041] Wie in den Figuren 1, 2, 6 und 7 gezeigt, wirkt die Verschlusschaukel 11 zum Verriegeln der Schaufel- 40 reihe 2 mit einem Schließelement 62 zusammen, das gleichzeitig als Herauskippsicherungsmechanismus wirkt und die Verschlusschaukel 11 in der gezeigten Oberlage gegen ein Herauskippen sichert. Das 45 Schließelement 62 ist als ein Schraubelement mit einem Gewindenschaft 64 und einem gegenüber dem Gewindenschaft 64 verbreiterten Kopf 66 ausgebildet. Es ist in einer Innengewindebohrung 68 der Verschlusschaukel 11 geführt, die deren Plattform, Hals 14 und Fuß 12 in radialer 50 Richtung durchsetzt. Zur Vermeidung einer Kollision des Schließelementes 62 mit ihrem Schaufelblatt 69 ist die Innengewindebohrung 68 in Umfangsrichtung ange-

stellt. Das Schließelement 62 ragt mit seinem Kopf 66 fußseitig aus der Verschlusschaukel 11 heraus und taucht zwischen zwei benachbarte Herauskippsiche- 5 rungselemente 38 ein. Zum vereinfachten Einsetzen der Verschlusschaukel 11 in die Verankerungsnut 16 hat diese eine fußseitige Ausnehmung 70 zur zumindest abschnittweisen Aufnahme des Kopfes 66 beim Einsetzen. Zur Betätigung des Schließelementes 62 hat dieses eine 10 außenliegende Werkzeugaufnahme 72, die in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel als ein Innensechskant ausgebildet ist. Um Strömungsturbulenzen im Bereich des Schließelementes 62 zu vermeiden, ist das Schließelement 62 bzw. der Gewindenschaft 64 im verriegelten Zustand gegenüber einer Plattformoberfläche 74 ver- 15 senkt. Zur Fixierung des Schließelementes 62 in seiner Verriegelungsstellung ist eine nicht gezeigte Drehsicherung vorgesehen, mittels der eine unbeabsichtigte Drehbewegung des Schließelementes 62 und somit ein Ver- 20 stellen des Schließelementes 62 verhindert wird.

[0042] Zum Montieren des ersten Ausführungsbei- 20 spiels des Schaufel-Scheiben-Verbundes wird zunächst das zumindest eine Umfangssicherungselement 56 durch radiales Einstecken in die Aufnahmen 60 in der Rotorscheibe 4 angeordnet. Danach wird die Laufschau- 25 fel 6 über dem Umfangssicherungselement 56 in die Verankerungsnut 16 eingekippt. Das Einkippen erfolgt über die hintere Wandung 20 in Axialrichtung nach vorne. Dabei wird die Laufschaukel 6 mit ihrem Fuß 12 unter den hinteren Lagerabschnitt 26 eingetaucht und dann nach 30 vorne gekippt. Dabei wird sie mit dem auf dem Nutgrund 22 aufliegenden Umfangssicherungselement 56 derart in Eingriff gebracht wird, das dieses zumindest abschnittsweise in die Aussparung 59 eintaucht. Anschlie- 35 ßend wird zumindest ein Herauskippsicherungselement 38 in die Verankerungsnut 16 eingesetzt und in Umfangsrichtung unter das Umfangssicherungselement 56 und somit unter die Laufschaukel 6 geschoben. Das Um- 40 fangssicherungselement 56 liegt nun wie die Laufschau- 40 feln 6 auf dem Herauskippsicherungselement 38 auf und ist vom Nutgrund 22 beabstandet. Anschließend werden die übrigen Laufschau- 45 feln 8, 10 in die Verankerungsnut 16 eingekippt und mittels der nachfolgend eingesetzten Herauskippsicherungselemente 38 vom Nutgrund 22 beabstandet. Selbstverständlich können die Laufschau- 50 feln 6, 8, 10 auch in Gruppen angehoben werden bzw. ein Herauskippsicherungselement 38 unter mehrere Laufschau- 55 feln 6, 8, 10 gleichzeitig geschoben werden. Abschließend wird die Verschlusschaukel 11 mit zurückgefahrenem Schließelement 62 eingekippt. Im zurückgefahrenen Zustand befindet sich der Kopf 66 des das Schließelementes 62 zumindest abschnittsweise in der Ausnehmung 70. Das Schließelement 62 wird durch eine Drehbewegung in seine Verriegelungsposition ausge- 55 fahren. Dabei stützt es sich mit seinem Kopf 66 auf dem Nutgrund 22 zwischen den benachbarten Herauskippsicherungselementen 38 ab und hebt hierdurch die Verschlusschaukel 11 an. Die Verriegelungsposition ist erreicht, sobald die Verschlusschaukel 11 im Ruhezustand

stand gegen ein Herauskippen gesichert ist. Das Schließelement 62 wird dabei bevorzugterweise nur derart weit ausgefahren, das es im Betrieb mit seinem Kopf 66 vom Nutgrund 22 beabstandet ist. Die Verschlusschaufel 11 wird also mittels des Schließelements 62 nicht zwischen dem Nutgrund 22 und dem Lagerabschnitten 24, 26 eingespannt. Im Ruhezustand sind leichte radiale Bewegungen ermöglicht. Somit kann die Verschlusschaufel 11 eine optimale Betriebslage einnehmen. Zudem wird ein Materialabrieb zwischen dem Kopf 66 und dem Nutgrund 22 verhindert.

[0043] In den Figuren 8, 9, 10 und 11 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes 1 gezeigt. Im wesentlichen Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 7 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel nach den Figuren 8 bis 11 ein alternatives Schließelement 62 und eine mit diesem Schließelement 62 zusammenwirkende alternative Verschlusschaufel 11.

[0044] Das Schließelement 62 hat einen kippelamentartigen Grundkörper. Es hat somit im Wesentlichen ein Profil wie die vorherbeschriebenen und bei diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls verwendeten Herauskippsicherungselemente 38. Es ist bevorzugterweise ein mehrfach gebogener Blechkörper mit federnden Eigenschaften, der aufgrund der zueinander angestellten Teilflächen der Fußunterseiten 46 der Verschlusschaufel 11 und der zumindest zur Verschlusschaufel 11 benachbarten Laufschaufeln 8, 10 hier M-förmig ist. Er hat einen vorderen Stützschenkel 76 und einen hinteren Stützschenkel 78 sowie einen die Stützschenkel 76, 78 miteinander verbindenden Auflageabschnitt 80, der korrespondierend zu den Fußunterseiten 46 ausgebildet ist. Das Schließelement 62 hat eine Breite bzw. Erstreckung in Umfangsrichtung, die etwa der doppelten Fußbreite der Laufschaufeln 8, 10 und der Verschlusschaufel 11 entspricht. Die Laufschaufeln 8, 10 und die Verschlusschaufeln haben die gleiche Fußbreite. Somit wird die Verschlusschaufel 11 in ihrer gezeigten Oberlage vollständig von dem Schließelement 62 angehoben. Die benachbarten Laufschaufeln 8, 10 liegen jeweils hälftig auf dem Schließelement 62 auf.

[0045] Zum Zusammenwirken mit der als Verschlusschaufel 11 hat das Schließelement 62 eine mittig angeordnete Lasche 82, die über eine plastische Verformung aus einer Freigabeposition a in eine Verriegelungsposition b überführt wird. Die Lasche 82 ist ein integraler Abschnitt des Auflageabschnitts 80 und in der Freigabeposition a in einer Öffnung 84 angeordnet. Hierdurch schließt die Lasche 82 in der Freigabeposition a bündig mit dem Auflageabschnitt 80 ab, was die Montage der Verschlusschaufel 11 und der benachbarten Laufschaufeln 8, 10 vereinfacht. Insbesondere zeichnet die Lasche 82 den Verlauf des Anlageabschnitts 80 nach.

[0046] Zur Aufnahme der Lasche 82 hat die Verschlusschaufel 11 eine hierfür entsprechend ausgebildete fußseitige Verriegelungsausnehmung 86. Die Verriegelungsausnehmung 86 ist in Schaufelquerrichtung,

also im montierten Zustand in Umfangsrichtung betrachtet, mittig und von hinten in den Fuß 12 eingebracht. Sie durchsetzt die Fußunterseite 46 und die hintere Fußoberseite 50. Sie hat eine in Axialrichtung angestellte Verriegelungsfläche 88, die einen Anschlag für die hochgebogene Lasche 82 bildet und somit die Verriegelungsposition b definiert. Die Breite der Verriegelungsausnehmung 86 entspricht in etwa der Laschenbreite 82 bzw. die Verriegelungsausnehmung 86 ist zur Vereinfachung der Montage ein bisschen breiter als die Lasche 82.

[0047] Zum Ausrichten des Schließelementes 62 bei der Montage sind in dem Grundkörper 64 eine Vielzahl von Werkzeugaufnahmen 90, 92 ausgebildet, die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur zwei Werkzeugaufnahmen 90, 92 beziffert. Die Werkzeugaufnahmen 90, 92 sind identisch ausgebildet und dienen zum Ansetzen eines entsprechenden Werkzeuges. Sie ermöglichen eine Verschiebung des in die Verankerungsnut 16 eingesetzten Schließelementes 62 bei ebenfalls bereits eingesetzten Laufschaufeln 8, 10.

[0048] Im Unterschied zum vorhergehend erläuterten Verfahren zur Montage des Schaufel-Scheiben-Verbundes 1 ändert sich lediglich die Montage der Verschlusschaufel 11 und der sie flankierenden Laufschaufeln 8, 10. Nachdem die vorherigen Laufschaufeln 6 mit zumindest einem Umfangssicherungselement 56 und den sie in der Oberlage tragenden Herauskippsicherungselementen 38 eingesetzt sind und sich in ihren Soll-Positionen befinden, wird zuerst das Schließelement 62 in die Verankerungsnut 16 eingesetzt und seitlich verschoben. Danach werden die Laufschaufeln 8, 10 und die Verschlusschaufel 11 an der freien Stelle der Verankerungsnut 16 durch eine Bewegung von hinten nach vorne eingekippt und in ihre jeweilige Soll-Position verschoben. Dann wird das Schließelement 62 exakt ausgerichtet und die Verschlusschaufel 11 eingekippt. Abschließend wird die Lasche 82 aus ihrer Freigabeposition a in ihre Verriegelungsposition b umgebogen, bis sie in die Verriegelungsausnehmung 86 eintaucht und sich in Anlage mit der Verriegelungsfläche 88 befindet. Die Laufschaufeln 8, 10 sowie die Verschlusschaufel 11 liegen nun im Ruhezustand in der gezeigten Oberlage auf dem Schließelement 62 auf und sind gegen Herauskippen gesichert. Dabei liegt die Verschlusschaufel 11 vollflächig auf dem Schließelement 62 auf. Die Laufschaufeln 8, 10 liegen hälftig auf dem Schließelement 62 auf. Die Laufschaufeln 8, 10 und die Verschlusschaufel 11 sind somit vom Nutgrund 22 beabstandet und mit ihren Fußoberseiten 44, 46 nahe den Lagerabschnitten 24, 26 positioniert. Der Lascheneingriff in die Verriegelungsausnehmung 86 verhindert insbesondere ein Herauskippen der Verschlusschaufel 11.

[0049] In Figur 12 ist ein Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schaufel-Scheiben-Verbundes 1 gezeigt. Im wesentlichen Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen weist das dritte Ausführungsbeispiel nach Figur 12 eine

alternative Umfangssicherung auf.

[0050] Eine Verschlusschaufel 11 ist ähnlich der Verschlusschaufel nach dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt. Entsprechend wirkt die Verschlusschaufel 11 mit einem schraubartigen Schließelement 62 zusammen, dass in einer Innengewindebohrung 68 geführt ist und mit seinem verdickten Kopf 66 im montierten Zustand zwischen zwei Herauskippsicherungselemente 38 eintaucht. Im Ruhezustand liegt in der Oberlage der Kopf 66 auf dem Nutgrund 22 auf und hebt hierdurch die Verschlusschaufel 11 an. In dem hier gezeigten Betriebszustand wird die Verschlusschaufel 11 mit ihren Fuß 12 gegen die Lagerabschnitte 24, 26 gedrückt und der Kopf 66 des Schließelementes 62 ist vom Nutgrund 22 beabstandet.

[0051] Zum Anheben der sonstigen Laufschaufeln in der Oberlage im Ruhezustand sind entsprechende Herauskippsicherungselemente 38 vorgesehen, die ähnlich den Herauskippsicherungselementen 38 nach den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ausgeführt sind. Sie haben jeweils zwei Stützschenkel 40, 42 und einen die Stützschenkel 40, 42 miteinander verbindenden Auflageabschnitt 44. Im Wesentlichen Unterschied ist bei den hier verwendeten Herauskippsicherungselemente 38 der Auflageabschnitt 44 eben ausgebildet und der hintere Stützschenkel 42 ist gegenüber dem vorderen Stützschenkel 40 verlängert. Die Herauskippsicherungselemente 38 haben somit ein U-förmiges Profil. Die Verlängerung des zweiten Stützschenkels 42 ergibt sich aus dem in Axialrichtung angestellten Nutgrund 22. In Strömungsrichtung betrachtet ist der Nutgrund 22 radial von außen nach innen angestellt. Der Längenunterschied zwischen den Stützschenkeln 40, 42 bewirkt nun den Ausgleich dieses Höhenunterschieds bzw. des radialen Versatzes, so dass der Auflageabschnitt 44 in Axialrichtung nicht angestellt ist.

[0052] Gemäß Figur 12 wird die alternative Umfangssicherung dadurch gebildet, dass sich zumindest eine Laufschaufel, hier die Verschlusschaufel 11, mit ihrem vorderen Plattformabschnitt 28 seitlich in Anlage mit einem als Wandungsabschnitt ausgebildeten Umfangssicherungselement 56 der vorderen Wandung 18 befindet. Das Umfangssicherungselement 56 wird durch einen radialen Ausschnitt 94 in der vorderen Wandung 18 gebildet. Zur Anlage an dem Umfangssicherungselement 56 ist in dem vorderen Plattformabschnitt 28 der Verschlusschaufel 11 im Bereich seiner Vorderkante zumindest in einem Eckbereich eine axiale Rückstufung 96 eingebracht.

[0053] Die vordere Wandung 18 kann eine Vielzahl von derartigen Umfangssicherungselementen 56 aufweisen, so dass die vordere Wandung 18 quasi kranzartig ausgebildet ist. Alternativ bzw. entsprechend hätten dann die übrigen Laufschaufeln 8, 10, 12 einen korrespondierenden vorderen Plattformabschnitt 28.

[0054] Im Wesentlichen Verfahrensunterschied zum ersten Ausführungsbeispiel entfällt bei der Montage das Einsetzen der Umfangssicherungselemente 56 in die

Verankerungsnut 16, da die Umfangssicherungselement 56 unmittelbar an der vorderen Wandung 20 ausgebildet sind.

[0055] Offenbart ist Schaufel-Scheiben-Verbund einer Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Laufschaufeln und mit einer Verschlusschaufel, die in eine Verankerungsnut eingekippt werden, mit zumindest einem Umfangssicherungselement, das mit zumindest einer Schaufel formschlüssig zusammenwirkt, einer Vielzahl von Herauskippsicherungselementen, die zwischen dem Nutgrund und den Fußabschnitten angeordnet sind und die im Ruhezustand die Schaufeln in Oberlage vom Nutgrund beabstanden, und mit einem Schließelement, das abschnittsweise zwischen dem Nutgrund und den Fußabschnitten angeordnet ist und das im Ruhezustand die Verschlusschaufel in Oberlage vom Nutgrund beabstandet, ein Verfahren zur Montage eines derartigen Schaufel-Scheiben-Verbundes sowie eine Strömungsmaschine.

Bezugszeichenliste

[0056]

25	1	Schaufel-Scheiben-Verbund
	2	Schaufelreihe
	4	Rotorscheibe
	6	Laufschaufel
	8	Laufschaufel
30	10	Laufschaufel
	11	Laufschaufel / Verschlusschaufel
	12	Fuß / Fußabschnitt
	14	Hals / Halsabschnitt
	16	Verankerungsnut
35	18	vordere Wandung
	20	hintere Wandung
	22	Nutgrund
	24	Lagerabschnitt
	26	Lagerabschnitt
40	28	vorderer Plattformabschnitt
	30	Stirnseite
	34	Umfangsfläche
	36	hinterer Plattformabschnitt
	38	Herauskippsicherungselement
45	40	Stützschenkel
	42	Stützschenkel
	44	Auflageabschnitt
	46	Unterseite / Fußunterseite
	48	vordere Oberseite / Fußoberseite
50	50	hintere Oberseite / Fußoberseite
	52	axialen Anlageabschnitt
	54	axialen Anlageabschnitt
	56	Umfangssicherungselement
	57	Auflagefläche
55	58	Kopffläche
	59	axiale Aussparung
	60	Aufnahme
	61	Innenfläche

- 62 Schließelement
 - 64 Gewindeschaft
 - 66 Kopf
 - 68 Innengewindebohrung
 - 69 Schaufelblatt
 - 70 Ausnehmung
 - 72 Werkzeugaufnahme
 - 74 Plattformoberfläche
 - 76 Stützschenkel
 - 78 Stützschenkel
 - 80 Auflageabschnitt
 - 82 Lasche
 - 84 Öffnung
 - 86 Verriegelungsausnehmung
 - 88 Verriegelungsfläche
 - 90 Werkzeugaufnahme
 - 92 Werkzeugaufnahme
 - 94 radialer Ausschnitt
 - 96 axiale Rückstufung
- a Freigabeposition
b Verriegelungsposition

Patentansprüche

1. Schaufel-Scheiben-Verbund (1) einer Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Laufschaufeln (6, 8, 10) und mit einer Verschlusschaufel (11), die mit ihren Fußabschnitten (12) in einer umfangsseitige Verankerungsnut (16) einer Rotorscheibe (4) eingesetzt sind und mit Lagerabschnitten (24, 26) einer vorderen Wandung (18) und einer hinteren Wandung (20) der Verankerungsnut (16) in Radialrichtung formschlüssig zusammenwirken, und mit
 - zumindest einem Umfangssicherungselement (56), das mit zumindest einer der Schaufeln (6, 8, 10, 11) formschlüssig zusammenwirkt, und
 - einer Vielzahl von Herauskippsicherungselementen (38), die zwischen einem Nutgrund (22) und den Fußabschnitten (12) angeordnet sind und die im Ruhezustand die Laufschaufeln (6, 8, 10) in Oberlage vom Nutgrund (22) beabstanden.
2. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine Umfangssicherungselement (56) ein länglicher Körper ist, der endseitig in zwei zueinander fluchtende Aufnahmen (60) der Wandungen (18, 20) eingesetzt ist und die zumindest eine Laufschaufel (6, 8, 10) eine axiale Aussparung (59) zur Aufnahme des Umfangssicherungselementes (56) hat.
3. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine Umfangssicherungselement

(56) ein Wandabschnitt der einen Wandung (18) ist und zumindest eine Schaufel ((6, 8, 10, 11) hat eine korrespondierende plattformseitige axiale Rückstufung (96) zum Zusammenwirken mit dem Wandabschnitt.

4. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Herauskippsicherungselemente (38) umgeformte Blechkörper sind, die sich im Ruhezustand mit ihren Stützschenkeln (40, 42) am Nutgrund (22) abstützen.
5. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 4, wobei zumindest einige Schaufeln (6, 8, 10, 11) einen Anlageabschnitt haben, an dem jeweils ein Herauskippsicherungselement (38) seitlich anliegt.
6. Schaufel-Scheiben-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Schließelement (62) vorgesehen ist, das abschnittsweise zwischen dem Nutgrund (22) und den Fußabschnitten (12) angeordnet ist und das im Ruhezustand die Verschlusschaufel (11) in Oberlage vom Nutgrund (22) beabstandet.
7. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 6, wobei das Schließelement (62) in einer Bohrung (68) der Verschlusschaufel (11) geführt ist und zwischen zwei benachbarte Herauskippsicherungselemente (38) eintaucht.
8. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 7, wobei das Schließelement (62) ein Schraubelement ist und eine Drehsicherung hat.
9. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 8, wobei das Schließelement (62) einen Kopf (66) hat, der gegenüber seinem in der Bohrung (68) geführten Schaft (64) verdickt ist und der zwischen den Herauskippsicherungselementen (38) angeordnet ist.
10. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 6, wobei das Schließelement (62) einen Herauskippsicherungselementartigen Grundkörper mit einer plastisch verformbaren Lasche (82) hat, die in eine Ausnehmung (70) der Verschlusschaufel (11) eingreift.
11. Schaufel-Scheiben-Verbund nach Anspruch 10, wobei der Grundkörper eine Vielzahl von Werkzeugaufnahmen (90, 92) hat, die in Umfangsrichtung des Schaufel-Scheiben-Verbund (1) nebeneinander angeordnet sind.
12. Verfahren zum Montieren eines Schaufel-Scheiben-Verbundes (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:

- Bereitstellen einer Rotorscheibe (4) mit einer

umfangsseitigen Verankerungsnut (16), die von zwei Wandungen (18, 20) begrenzt wird, wobei die Wandungen (18, 20) zwei gegenüberliegenden Lagerabschnitte (24, 26) aufweisen,

- Einkippen von Laufschaufeln (6, 8, 10) in die Verankerungsnut (16), wobei die Laufschaufeln (6, 8, 10) mit ihrem Fußabschnitt (12) unter die Lagerabschnitte (24, 26) eintauchen und eine zuerst eingesetzten Laufschaufeln (6, 8, 10) formschlüssig mit einem Umfangssicherungselement (56) in Eingriff gebracht wird,
- Anheben der Laufschaufel (6, 8, 10) einzeln oder in Gruppen und Einschieben eines Herauskippsicherungselementes (38) unter deren Fußabschnitte (12), und
- Einkippen einer Verschlusschaufel (11) in die Verankerungsnut (16).

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Schließelement (62) ein Schraubelement ist und soweit eingedreht wird, das es bei Anlage der Verschlusschaufel (11) an den Lagerabschnitten (24, 26) vom Nutgrund (22) beabstandet ist.
14. Strömungsmaschine mit einem Schaufel-Scheiben-Verbund (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

30

35

40

45

50

55

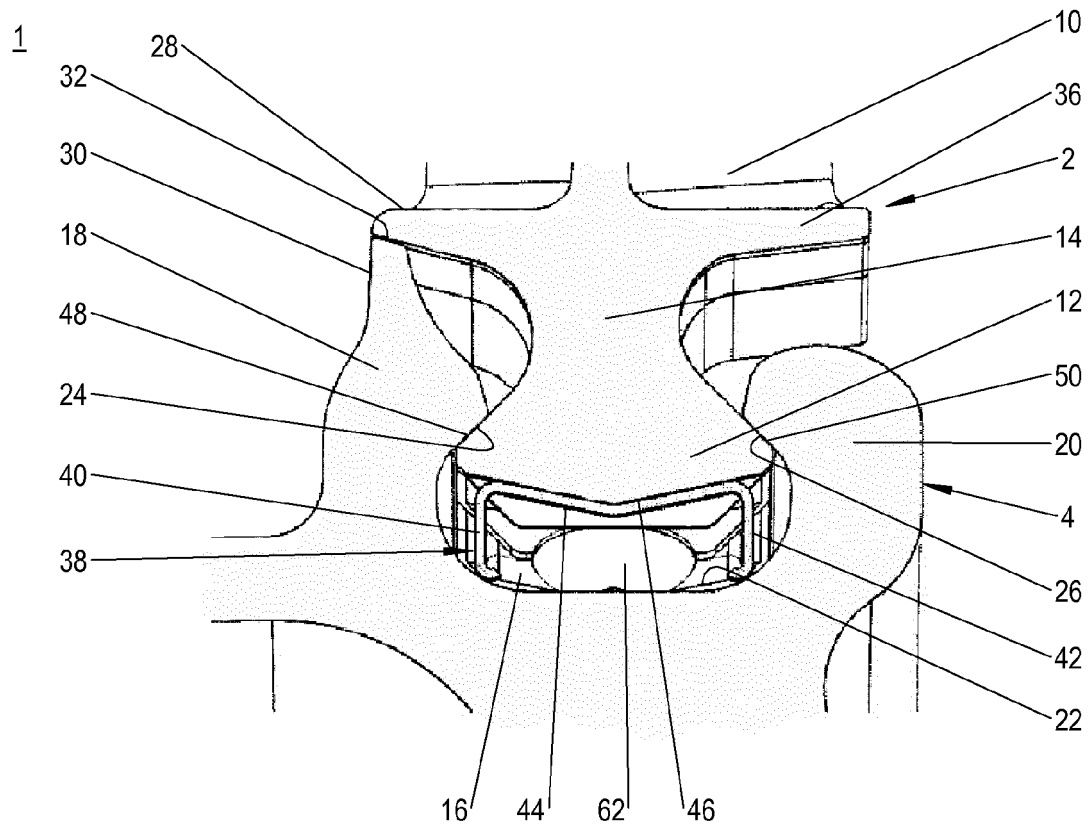


Fig. 1

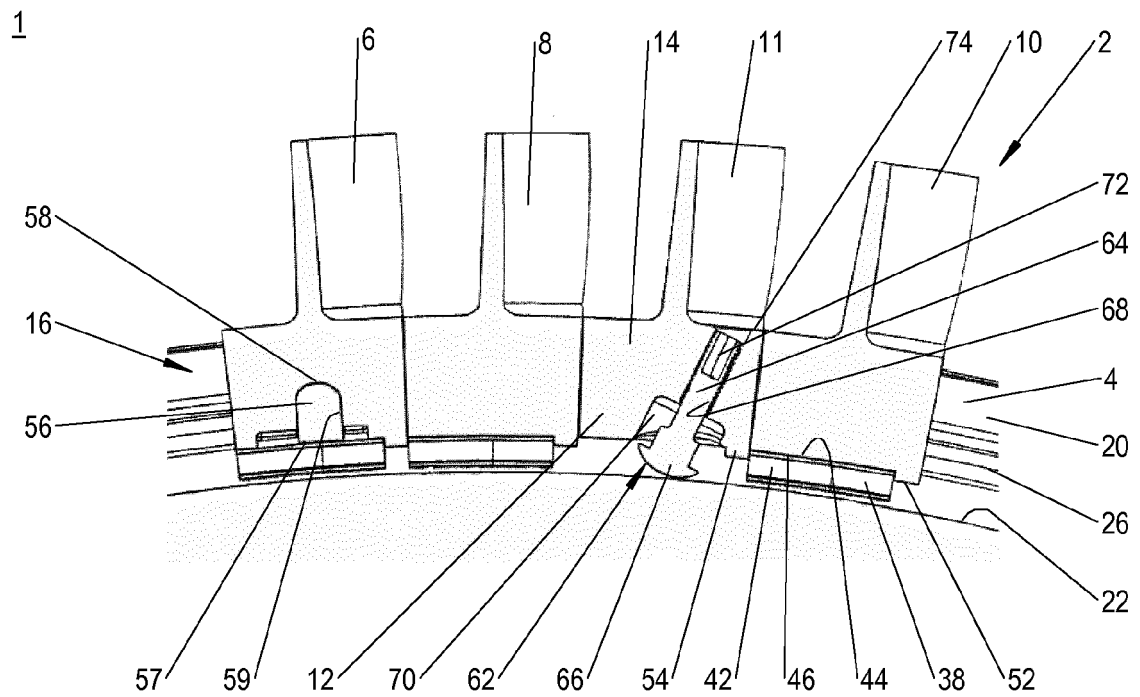


Fig. 2

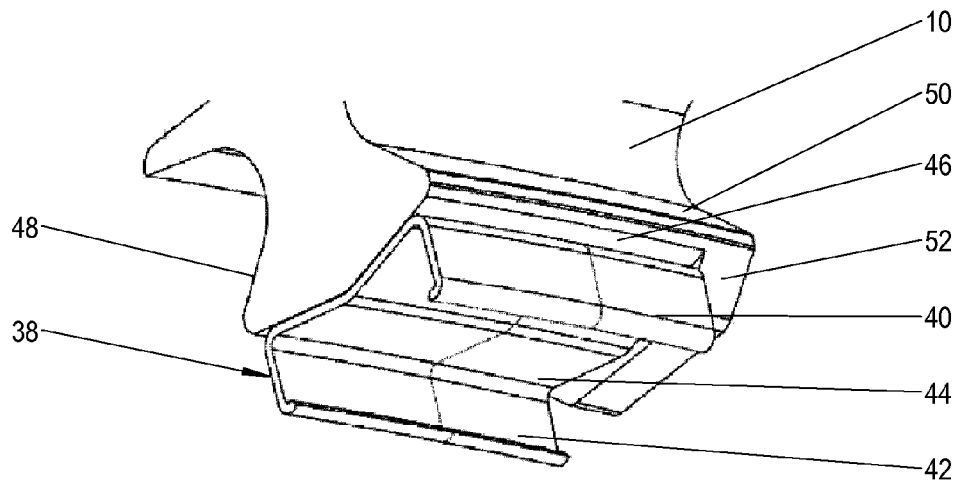


Fig. 3

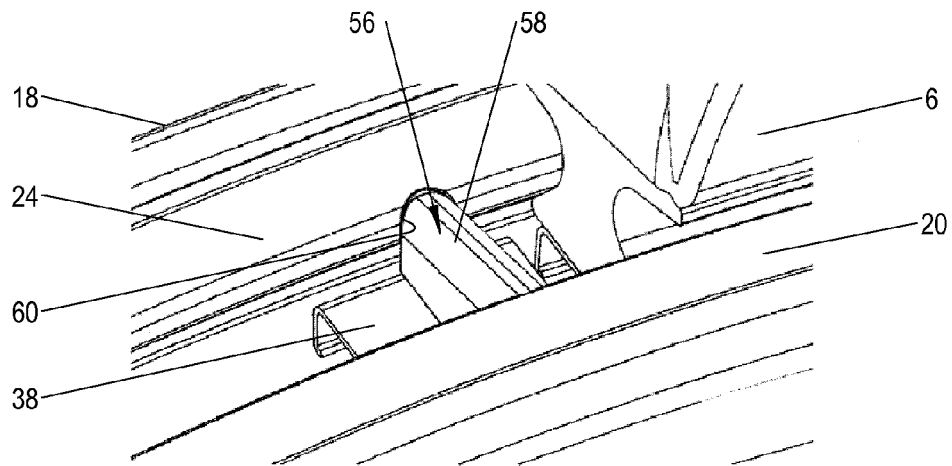


Fig. 4

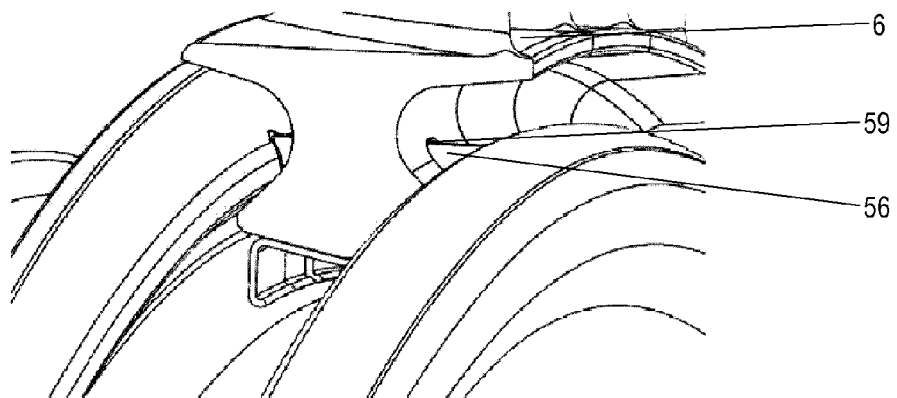


Fig. 5

11

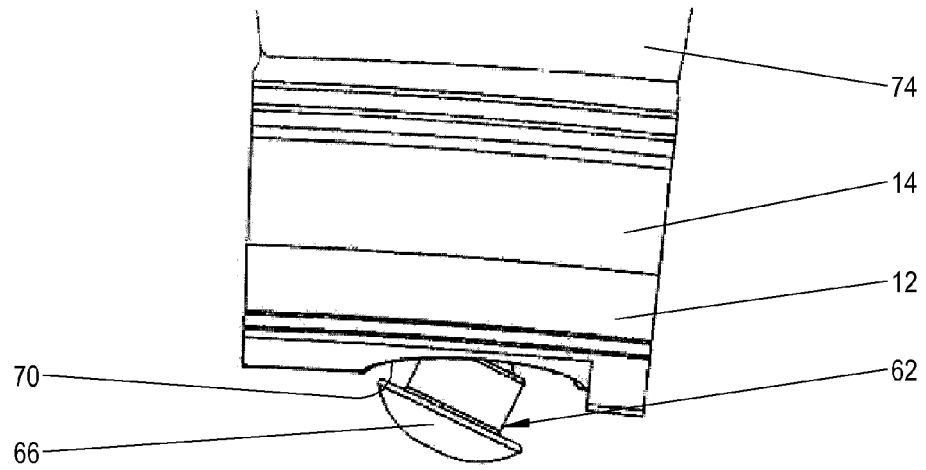


Fig. 6

11

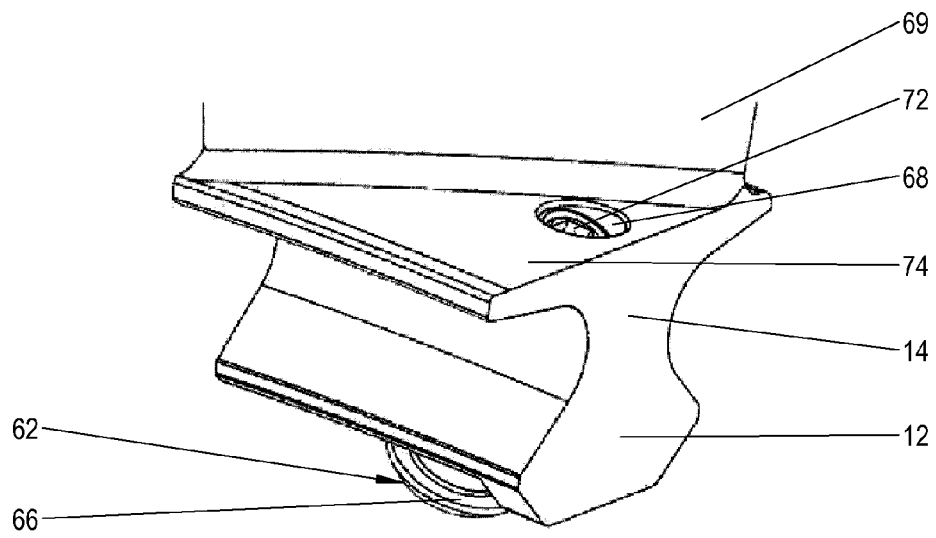


Fig. 7

1

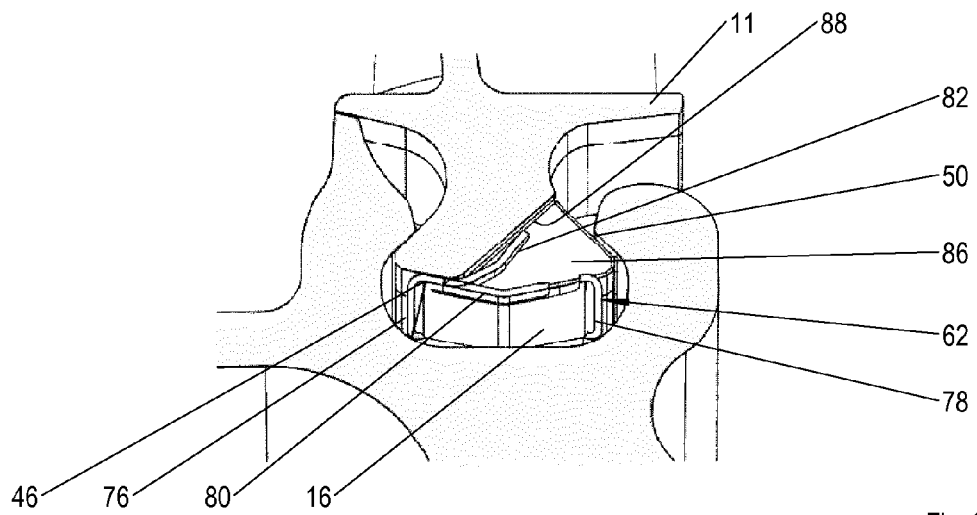


Fig. 8

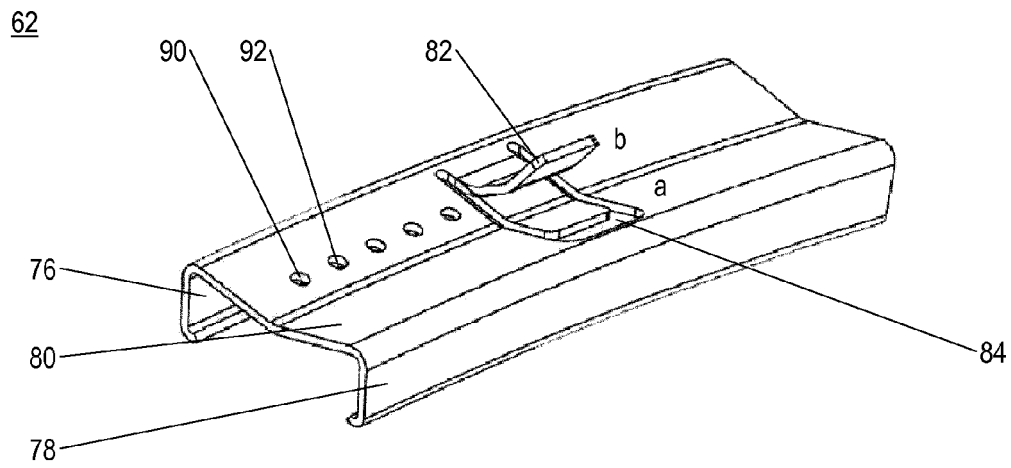


Fig. 9

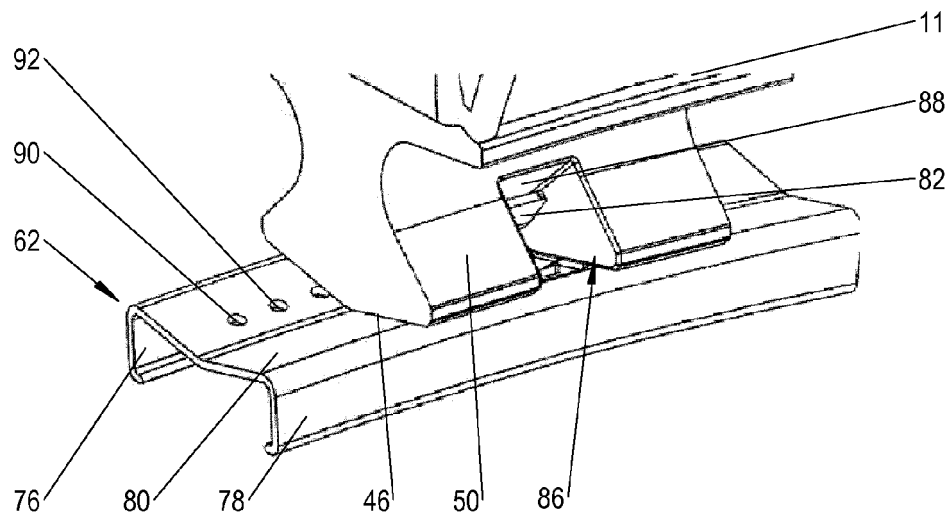


Fig. 10

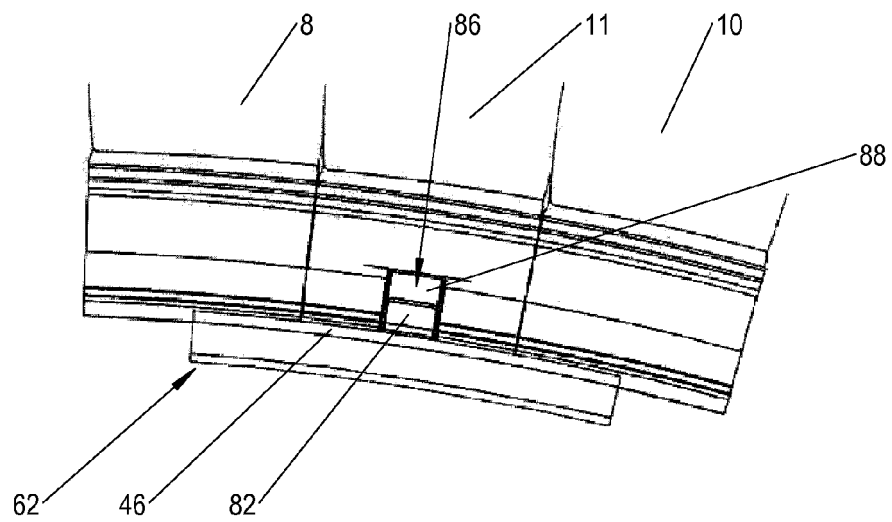


Fig. 11

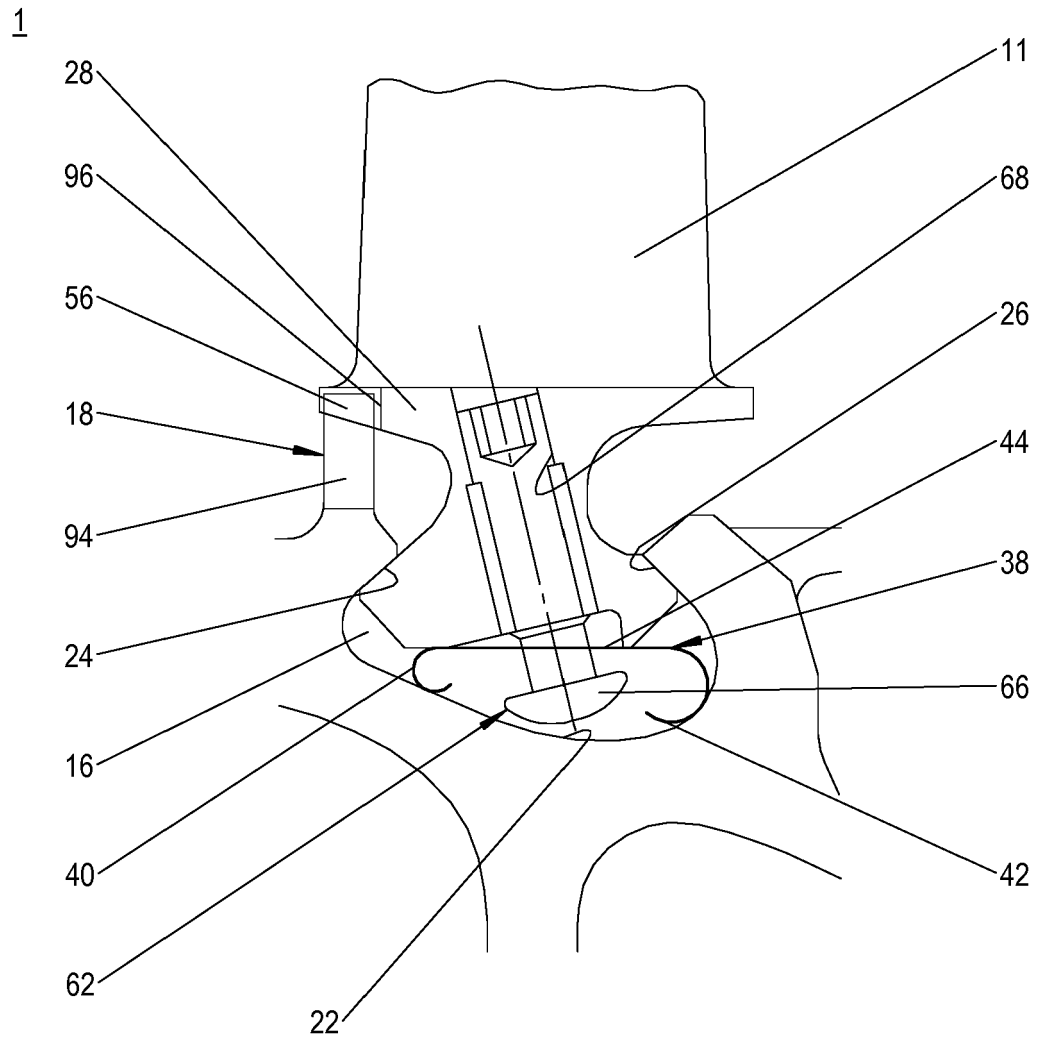


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 3324

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	DE 699 00 008 T2 (SNECMA MOTEURS PARIS [FR]) 5. April 2001 (2001-04-05) * Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 26; Abbildungen 2,3 *	1,4,5, 12-14	INV. F01D5/30 F01D5/32
X	US 2010/296936 A1 (WILSON IAN DAVID [US] ET AL) 25. November 2010 (2010-11-25) * Absätze [0036] - [0038]; Abbildungen 3-6 *	1,6, 12-14	
A	EP 2 320 030 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 11. Mai 2011 (2011-05-11) * Absätze [0028], [0037] - [0043] *	1,12	
A	JP H06 212905 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 2. August 1994 (1994-08-02) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2015	Prüfer Pileri, Pierluigi
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 (P04C03)

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

EP 14 19 3324

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.

12-03-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 69900008 T2	05-04-2001	DE 69900008 D1	21-09-2000
		DE 69900008 T2	05-04-2001
		EP 0942149 A1	15-09-1999
		FR 2776012 A1	17-09-1999
		JP H11315703 A	16-11-1999
		US 6332617 B1	25-12-2001

US 2010296936 A1	25-11-2010	CH 701141 A2	30-11-2010
		CN 101892866 A	24-11-2010
		DE 102010016905 A1	23-12-2010
		JP 5654773 B2	14-01-2015
		JP 2010270754 A	02-12-2010
		US 2010296936 A1	25-11-2010

EP 2320030 A1	11-05-2011	CN 102121400 A	13-07-2011
		EP 2320030 A1	11-05-2011
		JP 2011102586 A	26-05-2011
		US 2011110785 A1	12-05-2011

JP H06212905 A	02-08-1994	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005003511 A1 **[0003]**
- GB 630732 A **[0004]**
- US 3282561 A **[0005]**
- DE 10346263 A1 **[0006]**
- US 4255086 A **[0007]**
- DE 102004051116 A1 **[0008]**
- DE 60202738 T2 **[0009]**
- DE 60116460 T2 **[0009]**
- EP 1801355 A1 **[0009]**
- FR 2965008 A1 **[0010]**