

(19)



(11)

EP 3 318 723 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.05.2018 Patentblatt 2018/19

(51) Int Cl.:
F01D 11/00 (2006.01) F01D 25/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16197268.2**

(22) Anmeldetag: **04.11.2016**

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

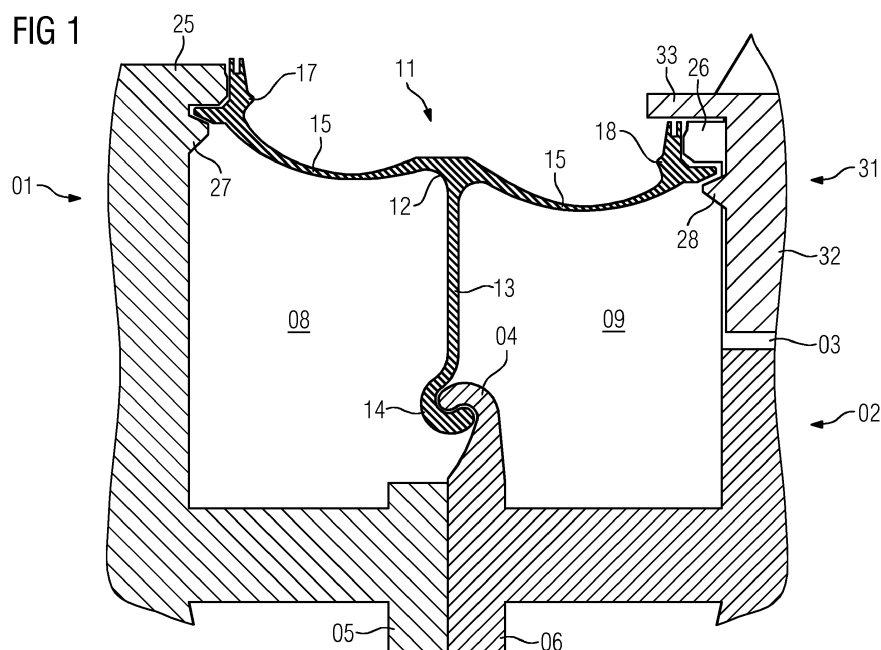
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Kury, Peter**
45257 Essen (DE)
• **Kolk, Karsten**
45479 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
• **Schröder, Peter**
45327 Essen (DE)
• **Bagaeva, Yulia**
197101 Saint-Petersburg (RU)
• **Lbov, Ivan**
196653 Saint-Petersburg (RU)
• **Veitsman, Vyacheslav**
45879 Gelsenkirchen (DE)

(54) DICHTSEGMENT EINES ROTORS SOWIE ROTOR

(57) Die Erfindung betrifft ein Dichtsegment (11) zur Bildung Dichtringes eines Rotors einer Gasturbine - sowie einen mit entsprechenden Dichtsegmenten (11) ausgerüsteten Rotor. Dabei weist das Dichtsegment (11) einem zentralen Verankerungsabschnitt (13) mit einem Befestigungsprofil (14) auf der zur Rotorachse weisenden Seite auf. Ausgehend von einer Segmentmitte (12)

erstrecken sich beidseitig Dichtabschnitte (15), an denen jeweils ein erster bzw. zweiter Stützabschnitt (17,18) angeordnet ist. Eine vereinfachte Montage wird durch die Ausführung des Befestigungsprofils (14) in Form eines zur Seite offenen Hakenprofil erzielt, welches in ein entsprechendes Aufnahmeprofil (04) an einer Rotorscheibe (01,02) seitlich eingehakt werden kann.

**EP 3 318 723 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Dichtsegment zur Bildung eines Dichtrings bei einem Rotor, insbesondere zur Verwendung bei einer Gasturbine, wobei das Dichtsegment mit einer T-förmigen Gestalt mit einem mittleren Abschnitt am Rotor befestigt ist.

[0002] Bei Rotoren von Gasturbinen besteht das Problem, dass der innere Bereich des Rotors bestmöglich von dem durch die Gasturbine strömenden Heißgas zu schützen ist. Hierzu werden im Bereich zwischen den Rotorscheiben Dichtungsmaßnahmen getroffen, die ein Eindringen von Heißgas in den inneren Bereich des Rotors nach Möglichkeit verhindern. Bei einer der üblich eingesetzten Bauweisen wird hierbei eine Abdichtung zwischen den Rotorscheiben möglichst nah am Heißgaspfad vorgenommen. Sofern der Bauraum zwischen den Rotorscheiben nach der vollständigen Montage des Rotors nicht mehr erforderlich ist, werden in aller Regel zwischen den Rotorscheiben feststehende Dichtringe eingesetzt, die eine sowohl einfachere Gestalt als auch eine einfache Befestigungsart aufweisen.

[0003] Jedoch besteht in vielen Fällen die Forderung, dass der zwischen den Rotorscheiben vorhandene Bauraum für spätere Wartungsarbeiten, insbesondere zum Austausch von Laufschaufeln, zur Verfügung steht. Daher gilt es eine Möglichkeit zu schaffen, den Dichtring bei Bedarf entfernen zu können. In diesem Fall wird der Dichtring nicht als geschlossener Ringkörper sondern aus einer Mehrzahl im Umfang verteilter Dichtsegmente gebildet. Deren Befestigung wiederum kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, wobei in einer bekannten Ausführung die Dichtsegmente eine T-förmige Gestalt aufweisen. Hierbei sind diese mit einem mittig angeordneten Abschnitt im Rotor lösbar befestigt. Die Arme des T-förmigen Dichtsegments erstrecken sich hierbei beidseitig von der Mitte zu den Rotorscheiben bzw. zu den an den Rotorscheiben angebrachten Laufschaufeln. Durch die T-förmige Gestalt der Dichtsegmente wird sowohl eine günstige Montage am Rotor ermöglicht, als auch ebenso eine Anordnung der Abdichtung nahe dem Heißgaspfad realisierbar ist.

[0004] Wenngleich zur Befestigung der T-förmigen Dichtsegmente verschiedene Lösungen bekannt sind, so weist jede der Möglichkeiten verschiedene Nachteile hinsichtlich der Lastübertragung, des Aufwands zur Montage und der erzielbaren Abdichtung auf.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Verbesserung der T-förmigen Dichtsegmente dahingehend zu schaffen, dass diese sowohl einfach montierbar sind als auch eine zuverlässige Befestigung und eine vorteilhafte Abdichtung gewährleisten.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Dichtsegments nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Ein erfindungsgemäßer Rotor ist im Anspruch 8 angegeben. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Das gattungsgemäße Dichtsegment dient zur Bildung eines Dichtringes eines Rotors. Insofern sind beim Rotor eine Mehrzahl von Dichtsegmenten im Umfang verteilt angeordnet. Um welche Art von Rotor es sich hierbei handelt ist hierbei zunächst unerheblich, wobei sich die Verwendung des Dichtsegments insbesondere bei einem Rotor einer Gasturbine anbietet. Das Dichtsegment weist eine T-förmige Gestalt auf, mit einem zentralen sich in Umfangsrichtung und radial erstreckenden Verankerungsabschnitt. Hierbei ist nicht zwingend gefordert, dass der Verankerungsabschnitt in axialer Richtung eine konstante Stärke aufweist. Diese richtet sich vielmehr nach den erforderlichen Festigkeiten bzw. nach der Art der Anbindung. Zumindest weist der Verankerungsabschnitt auf der zur Rotorachse weisenden Seite ein Befestigungsprofil auf, mittels dem das Dichtsegment am Rotor befestigt werden kann. An vom Befestigungsprofil entgegengesetzten, radial nach außen weisenden Ende des Verankerungsabschnitts befindet sich eine Segmentmitte. Ausgehend von der Segmentmitte des Verankerungsabschnitts erstreckt sich axial zu beiden Seiten jeweils ein erster Dichtabschnitt bzw. ein zweiter Dichtabschnitt. Die Dichtabschnitte erstrecken sich somit im Wesentlichen in Umfangsrichtung sowie in axialer Richtung. An den in axialer Richtung weisenden Enden der Dichtabschnitte befinden sich jeweils Stützabschnitte. D.h. am Ende des ersten Dichtabschnitts befindet sich ein erster Stützabschnitt und am axial gegenüberliegenden Ende des Dichtsegments am Ende des zweiten Dichtabschnitts befindet sich der zweite Stützabschnitt.

[0008] Zur Verbesserung der Montage wird erfindungsgemäß das Befestigungsprofil als zu einer Seite offenes Hakenprofil gebildet. Somit kann das Befestigungsprofil in ein entsprechendes Aufnahmeprofil - beispielsweise gleichfalls mit der Form eines Hakens - eingehakt werden. Zu einer Seite bzw. seitlich bezieht sich hierbei auf eine Seite des sich in Umfangsrichtung und ungefähr radial erstreckenden Verankerungsabschnitts, d.h. eine seitliche Bewegung entspricht ungefähr einer Bewegung parallel zur Rotorachse.

[0009] Das Hakenprofil bietet eine größere Freiheit bei der Montage des Dichtsegments im Rotor, da nunmehr im Gegensatz zu den bekannten Ausführungen nicht eine beispielsweise exakt radiale oder exakt axiale Fügebewegung notwendig ist. Vielmehr erfolgt ein Einhaken, wobei durch die Hakenform sich die erforderliche Position zur Lastübertragung quasi selbstständig beim Fügen des Befestigungsprofils am Aufnahmeprofil ergibt. Auch bei dieser von einer symmetrischen Formgebung des Befestigungsprofils abweichenden Gestalt kann die notwendige Lastübertragung gewährleistet werden.

[0010] Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn sich das Befestigungsprofil in Umfangsrichtung erstreckt. Dieses eröffnet größere Möglichkeiten hinsichtlich der Anbringung des Befestigungsprofils am Rotor. Weiterhin vereinfacht diese in erheblichem Maße die Herstellung des Dichtsegments als Teil eines Rotorationskörpers. Folg-

lich erfolgt das Fügen des Befestigungsprofils als Hakenprofil am Aufnahmeprofil des Rotors in axialer Richtung oder zumindest in geneigter axialer-radialer Richtung oder geschwenkt mit axialer-radialer Bewegung.

[0011] Dabei ist es weiterhin besonders vorteilhaft, wenn sich das Befestigungsprofil durchgehend ohne Unterbrechung erstreckt. Demgegenüber ist es bei bekannten Ausführungen, beispielsweise mit einem T-Profil, hingegen üblich, zumindest zwei durch eine Unterbrechung beabstandete Profilabschnitte vorzusehen, so dass eine Bajonett-artige Montage möglich ist. Bei der erfindungsgemäßen Lösung entfällt dieses Problem da die Montage durch das vereinfachte Einhaken des Befestigungsprofils am Aufnahmeprofil erfolgt.

[0012] Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn sich das Befestigungsprofil beidseitig in Umfangsrichtung über die gesamte Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung erstreckt. Entsprechend bildet - bis auf minimale Spalte zwischen den einzelnen Segmenten - die Befestigungsprofile zusammen ein vollständig ringförmiges Profil.

[0013] Zur Realisierung eines Dichtrings gebildet aus einer Mehrzahl im Umfang verteilter Dichtabschnitte insbesondere zur Trennung des Bereichs radial außerhalb des Dichtsegments und dem Bereich auf der zur Rotorachse weisenden Seite der Dichtabschnitte ist es weiterhin vorteilhaft, wenn die Dichtabschnitte jeweils einem Abschnitt eines Rotationskörpers entsprechen. Dieses begünstigt im Weiteren in besonders vorteilhafter Weise eine Vermeidung einer Unwucht im Dichtring durch die mehrfache Anordnung der Dichtsegmente im Umfang. Besonders bevorzugt wird hierbei zudem der Verankerungsabschnitt als Abschnitt eines Rotationskörpers gebildet. Darüber hinaus werden ebenso in vorteilhafter Weise das Befestigungsprofil und/oder ein Stützabschnitt an einem axialen Ende und/oder beide Stützabschnitte an den gegenüberliegenden Enden einen als Abschnitt eines Rotationskörpers ausgeführt. Somit bilden in bevorzugter Ausführung die Dichtsegmente vollständig - unter Vernachlässigung von Maßnahmen zur Sicherung in Umfangsrichtung - einen Abschnitt eines Rotationskörpers, so dass diese im Umfang verteilt einen - bis auf Spalte zwischen den Dichtsegmenten - ringförmigen Körper ergeben.

[0014] Weiterhin begünstigt die vorteilhafte Gestalt der Dichtsegmente zur Bildung eines im Wesentlichen geschlossenen Ringkörpers nicht nur eine Trennung eines Bereichs radial außerhalb der Dichtabschnitte zu einem Bereich radial innerhalb der Dichtabschnitte, sondern zudem wird eine Trennung von Bereichen in axialer Richtung mittels des Verankerungsabschnitts ermöglicht.

[0015] Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn in Umfangsrichtung gegenüberliegend jeweils ein Ende der Dichtabschnitte und das Ende des Verankerungsabschnitts in einer Längsebene des Rotors durch die Rotorachse liegen. Hierdurch wird erzielt, dass bei der im Umfang mehrfach verteilten Anordnung der Dichtsegmente ein im Wesentlichen geschlossener Ringkörper

gebildet wird und hierbei eine radiär symmetrische Gestalt und vorteilhafte Lastverteilung erzielt wird.

[0016] Darüber hinaus ist es besonders vorteilhaft, wenn sich ebenso das Befestigungsprofil beidseitig in Umfangsrichtung bis zur jeweiligen Längsebene mit dem Ende des Dichtabschnitts und dem Ende des Verankerungsabschnitts erstreckt. Dieses begünstigt in vorteilhafter Weise eine gleichmäßige Lastübertragung von den Dichtsegmenten auf die Rotorscheibe.

[0017] Weiterhin kann besonders vorteilhaft vorgesehen sein, dass sich ebenso ein Stützabschnitt oder beide gegenüberliegenden Stützabschnitte in Umfangsrichtung bis zur Längsebene am Ende der Dichtabschnitte verlaufen. Dieses begünstigt ebenso die Lastübertragung über die Stützabschnitte wie analog eine Abdichtung zu angrenzenden Rotorscheiben und/oder Laufschaufeln verbessert wird.

[0018] Je nach gewählter Montageart des Dichtsegments am Rotor ist es erforderlich, den Stützabschnitt verschiedenartig auszuführen. Hierbei kann vorgesehen sein, dass sich der Stützabschnitt auf einer Seite des Dichtsegments zumindest mit der Stützfläche in Umfangsrichtung in zumindest zwei Teile unterteilt. Hierbei befindet sich zwischen den Teilen der Stützfläche des Stützabschnitts eine Ausnehmung, die hierbei eine Montage am Rotor erleichtert.

[0019] Die nunmehr mögliche Montage des Dichtsegments mit dem Einhaken des Befestigungsprofils an einem Aufnahmeprofil ermöglicht es in besonders vorteilhafter Weise weiterhin zumindest einen Stützabschnitt ebenso ohne Unterbrechung als Teil eines Rotationskörpers auszuführen.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn beide Stützabschnitte durchgehend in Umfangsrichtung ausgeführt sind, so dass eine bessere Lastabstützung und eine bessere Abdichtung ermöglicht werden.

[0021] Zur Gewährleistung einer vorteilhaften Stabilität der Dichtabschnitte weisen diese in besonders vorteilhafter Ausführung zumindest abschnittsweise zwischen der Segmentmitte und dem Stützabschnitt eine zur Rotorachse gewölbte Form auf. Durch die Abweichung von einer geradlinigen Gestalt wird eine deutlich verbesserte Stabilität der Dichtabschnitte bei den auftretenden Fliehkräften bei Betrieb des Rotors erzielt. Betrachtet wird hinsichtlich der Wölbung eine längs der Rotorachse, d.h. in einem Längsschnitt durch die Rotorachse durch die Dichtabschnitte weisen diese einer von der geradlinigen Form abweichende bogenförmige Gestalt mit der Wölbung zur Rotorachse weisend auf. Hierbei kann sowohl vorgesehen sein, dass die beiden Dichtabschnitte zueinander in der Segmentmitte unstet verlaufen, wie es ebenso möglich ist, beide Dichtabschnitt über die Segmentmitte durchgehend mit einem gemeinsamen bogenförmigen Verlauf auszuführen.

[0022] Die konkrete Formgebung der Dichtabschnitte ist zunächst unerheblich, sofern durch die gewölbte Form die Stabilität der Dichtabschnitte bei den auftretenden Fliehkräften verbessert wird. Hierbei ist es besonders

vorteilhaft, wenn die Form der Dichtabschnitte derartig gewählt ist, dass die Fliehkräfte innerhalb des Dichtabschnitts im Wesentlichen zu Druckspannungen in Richtung zu dem jeweiligen Stützabschnitt führen. Je nach Formgebung kann es dabei weiterhin vorteilhaft sein, wenn sich die Spannungen im Dichtabschnitt aufteilen und einerseits zu den Stützabschnitten als Druckspannungen geleitet werden und andererseits zu Druckspannungen zur Segmentmitte weisend führen.

[0023] Zur Realisierung einer vorteilhaften Spannungsverteilung kommen verschiedene Ausführungen in Betracht, wobei zumindest eine zur Rotorachse gewölbte harmonische Form besonders zu bevorzugen ist. Durch die zur Rotorachse weisende Wölbung können in vorteilhafter Weise Biegespannungen in den Dichtabschnitten zumindest reduziert, bei besonders vorteilhafter Formgebung weitestgehend vermieden werden. Hierdurch wird eine Verformung der Dichtabschnitte bei Rotation des Rotors vorteilhaft minimiert bzw. verhindert.

[0024] Dazu kann in einer ersten vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen sein, dass sich der jeweilige Dichtabschnitt ausgehend von der Segmentmitte axial in Richtung der Stützabschnitte zunächst der Rotorachse nähert und sich anschließend der Abstand zur Rotorachse bis zu den Stützabschnitten wieder vergrößert.

[0025] In einer zweiten vorteilhaften Ausführungsform wird ein über beide Dichtabschnitte harmonischer Verlauf gewählt. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn sich der Abstand der Dichtabschnitte zur Rotorachse ausgehend von der Segmentmitte beidseitig kontinuierlich bis zu den Stützabschnitten vergrößert.

[0026] Bei Verwendung der Dichtsegmente am Rotor zur Realisierung eines Dichtrings befindet sich in aller Regel radial außerhalb des Dichtrings ein fest stehender Statorring, wobei eine Strömung von Heißgas im Bereich zwischen Statorring und rotierendem Dichtring ebenso nach Möglichkeit minimiert werden soll. Daher ist es weiterhin vorteilhaft, wenn auf der nach außen weisenden Seite der Dichtabschnitte Dichtrippen zur Bildung beispielsweise einer Labyrinthdichtung angeordnet sind.

[0027] Zur Abstützung der Dichtabschnitte bei Rotation des Rotors, insbesondere bei Betrachtung der geforderten gewölbten Formgebung, ist es weiterhin besonders vorteilhaft, wenn sich über den Stützabschnitt die auftretenden Kräfte an den benachbarten Rotorscheiben oder am den Rotorscheiben angebrachten Laufschaufeln abstützen können. Hierzu weist der Stützabschnitt in einer ersten Variante eine radial nach außen weisende Stützfläche sowie quer hierzu eine axial von der Segmentmitte weisende Zentrierfläche auf. Durch die beiden Flächen wird somit eine Übertragung der Druckkräfte von dem Dichtabschnitt sowie der Fliehkräfte im Stützabschnitt über die Stützfläche und die Zentrierfläche des Stützabschnitts auf die Rotorscheibe und/oder Laufschaufel ermöglicht.

[0028] In einer alternativen Variante weist der Stützabschnitt eine gewölbte Stützfläche auf. Diese radial auswärts und axial von der Segmentmitte wegweisend ge-

wölbte Stützfläche ermöglicht ebenso eine radiale und axiale Abstützung und somit vorteilhafte Lastübertragung vom Stützabschnitt in die Rotorscheibe und/oder der Laufschaufel, d.h. insbesondere der von den Dichtabschnitten wirkenden Druckspannungen.

[0029] In einer dritten Variante ist es insbesondere bei konstanten Drehzahlen des Rotors und somit konstanten Fliehkräften weiterhin besonders vorteilhaft, wenn der Stützabschnitt eine geneigte Stützfläche aufweist. Die Neigung kann hier derart gewählt werden, dass bei bestimmungsgemäßem Gebrauch des Dichtsegments im Betrieb des Rotors die hierbei auftretenden Kräfte, d.h. die von den Dichtabschnitten wirkenden Druckkräfte sowie die Fliehkräfte im Stützabschnitt, im Wesentlichen als reine Druckspannungen über die Stützfläche übertragen werden und insofern in der Stützfläche Querkräfte weitestgehend vermieden sind.

[0030] Eine vorteilhafte Abdichtung zwischen dem radial außerhalb befindlichen Bereichs und dem Bereich unterhalb der Dichtabschnitte wird weiterhin begünstigt, wenn im Stützabschnitt eine sich radial erstreckende Dichtleiste vorhanden ist. Hierbei kann die Dichtleiste in der Verwendung des Dichtsegments an beispielsweise einer an der Rotorscheibe befestigten Laufschaufel anliegen, so dass eine weitere Abdichtung vom Dichtsegment zur Laufschaufel verbessert wird.

[0031] Zur Aufnahme einer Dichtleiste oder eines sich über mehrere oder den gesamten Umfang erstreckenden Kolbenrings zur Abdichtung des Spaltes zwischen dem Dichtsegment und der Laufschaufel ist es weiterhin vorteilhaft, wenn im Stützabschnitt eine sich in Umfangsrichtung erstreckende, radial nach außen öffnende Aufnahme vorhanden ist. Dabei kann die Aufnahme - insbesondere zur Aufnahme einer Dichtleiste - auf der Oberseite des Stützabschnitts, d.h. auf der radial nach außen weisenden Seite, axial innerhalb des Stützabschnitts senkrecht zur Rotorachse ausgerichtet sein.

[0032] Sofern die Aufnahme zur Aufnahme eines Kolbenrings vorgesehen ist, so kann in einer ersten Alternative ausgehend von vorheriger Ausführung mit radial ausgerichteter Aufnahme bei einem ersten Stützabschnitt eine zur radialen Richtung geneigte Ausführung gewählt werden. Dabei kann sowohl die Aufnahme als auch der Kolbenring in einem Längsschnitt durch die Rotorachse betrachtet einen geradlinigen Verlauf als auch eine bogenförmige Gestalt aufweisen. Besonders bevorzugt wird hierbei die Montagebewegung durch ein Einschwenken des Dichtsegments um den ersten Stützabschnitt, bzw. um dessen axiales Ende berücksichtigt, so dass die geneigte Aufnahme bzw. der geneigte Kolbenring ungefähr in Richtung der Segmentmitte bzw. auf das Befestigungsprofil zuweisend ausgerichtet ist.

[0033] In einer weiteren Alternative kann zur Aufnahme des Kolbenrings die Aufnahme, besonders bevorzugt am ersten Stützabschnitt, als axial zur benachbarten Rotorscheiben weisend offener Absatz ausgeführt werden. Somit kann der Kolbenring in axialer Richtung in die radial nach außen und zur Rotorscheibe wei-

send offene Aufnahmenut eingeschoben werden, bzw. das Dichtsegment kann beim Schwenken an einen vormontierten Kolbenring herangeführt werden.

[0034] Weiterhin wird die Strömungsabdichtung zu einem - im Gegensatz zum Rotor - stehenden Statorring verbessert, wenn am Stützabschnitt ein Dichtflügel angeordnet wird, welcher sich hierbei axial in Richtung Segmentmitte von der Stützfläche beabstandet befindet und sich hierbei in Umfangsrichtung und radial erstreckt.

[0035] Wenngleich nicht zwingend erforderlich, so ist es dennoch von Vorteil, wenn sichergestellt wird, dass sich der aus Dichtsegmenten gebildete Dichtring nicht in Umfangsrichtung beim Betrieb verschiebt. Daher ist es von Vorteil, wenn das Dichtsegment mit zumindest einem ersten Zentriermittel versehen wird. An welcher Stelle das Zentriermittel positioniert wird, ist zunächst unerheblich. Vorteilhaft ist jedoch die Anordnung am Befestigungsprofil und/oder am Stützabschnitt. Bei dem Zentriermittel kann es sich sowohl um eine Zentrierausnehmung als auch um einen Zentriervorsprung handeln. Entsprechend der Anbringung des Befestigungsprofils durch Einhaken an einem Aufnahmeprofil mit einer Bewegung vorwiegend in axialer Richtung ist es entsprechend vorteilhaft, wenn sich das Zentriermittel axial erstreckt. Als erstes Zentriermittel kann beispielsweise eine sich axial und radial erstreckende Rippe oder ein montierter, sich axial und radial erstreckender Bolzen Verwendung finden. Ebenso kann eine sich radial nach innen öffnende, axial erstreckende Nut am Befestigungsprofil vorgesehen sein.

[0036] Ausgehend vom vorhandenen erfindungsgemäßen Dichtsegment wird die Bildung eines erfindungsgemäßen Rotors möglich, welcher insbesondere bei einer Gasturbine eingesetzt wird, wobei der Rotor zumindest zwei Rotorscheiben aufweist. Die Rotorscheiben besitzen jeweils im Umfang verteilt eine Mehrzahl Schaufelhaltenuten. Zwischen den Rotorscheiben befindet sich eine Mehrzahl einen Dichtring bildende Dichtsegmente, wobei zur Anbringung der Dichtsegmente mit dem Befestigungsprofil am Rotor ein entsprechendes Aufnahmeprofil vorhanden ist.

[0037] Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Aufnahmeprofil ein Hakenprofil aufweist. Zur Bildung des erfindungsgemäßen Rotors werden hierbei entsprechend Dichtsegmente gemäß vorheriger Beschreibung eingesetzt.

[0038] Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn sich das Aufnahmeprofil umlaufend erstreckt und in einem Längsschnitt in der Rotorachse betrachtet das Hakenprofil bildet.

[0039] Die Montage der Dichtsegmente am Rotor kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, wobei mit der erfindungsgemäßen Ausführung des Befestigungsprofils in Hakenform ein seitliches Einhängen möglich ist. Somit ist eine Anbringung des Befestigungsprofils an einem umlaufenden Aufnahmeprofil durch eine axiale, leicht radial auswärts geneigte Bewegung möglich.

[0040] Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn das

Befestigungsprofil und das Aufnahmeprofil sowie ein erster Stützabschnitt und die Rotorscheibe an der dem ersten Stützabschnitt zugewandten Seite derartig geformt sind, dass ein Einschwenken des Dichtsegments um den ersten Stützabschnitt möglich ist. Hierbei ist es nicht zwingend erforderlich, dass eine reine Kreisbewegung um einen fixen Drehpunkt erfolgt. Vielmehr ist es hinreichend, wenn um den Stützabschnitt ein Schwenken möglich ist, so dass das Befestigungsprofil am Aufnahmeprofil zur Anlage kommt und das Dichtsegment die geforderte Lage einnehmen kann. Dieses erübrigt die Notwendigkeit den Stützabschnitt mit Unterbrechungen zu versehen, um bei der Montage über die Stirnseiten der Rotorscheiben hervorstehende Vorsprünge passieren zu können.

[0041] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Dichtsegmente sowie die Rotorscheiben bzw. der Rotor derartig geformt ist, dass sich zwei getrennte Ringräume beidseitig des Verankerungsabschnitts bilden. Insofern sind ein erster Ringraum zwischen der ersten Rotorscheibe und dem aus Dichtsegmenten gebildeten Dichtring, insbesondere mit den Verankerungsabschnitten, sowie ein zweiter Ringraum zwischen den aus Dichtsegmenten gebildeten Dichtring und der zweiten Rotorscheibe vorhanden.

[0042] Die Anordnung des Aufnahmeprofils zur Befestigung der Dichtsegmente mit dem Befestigungsprofil kann vielfältig ausgeführt sein. Insofern ist es möglich, beispielsweise an einem Zwischenring zwischen den beiden Rotorscheiben ein umlaufendes Aufnahmeprofil vorzusehen. Bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die beiden benachbarten Rotorscheiben jeweils einen zueinander weisenden Verbindungsflansch aufweisen, wobei das Aufnahmeprofil an einem Verbindungsflansch einer der Rotorscheiben angeordnet ist.

[0043] Weiterhin weist der Rotor vorteilhaft jeweils an den Schaufelhaltenuten mit Schaufelfüßen befestigte Laufschaufeln auf, welche jeweils eine sich in Umfangsrichtung und axial erstreckende Schaufelplattform aufweisen.

[0044] Zur Abstützung der Dichtsegmente weist weiterhin eine Rotorscheibe oder beide Rotorscheiben jeweils zwischen den Schaufelhaltenuten einen sich zumindest axial erstreckenden Befestigungsvorsprung auf. Hierbei ist vorgesehen, dass die Stützabschnitte mit den Stützflächen zumindest bei der Rotation des Rotors am Befestigungsvorsprung zur Anlage kommen und sich insofern unmittelbar an der jeweiligen Rotorscheibe abstützen.

[0045] Sofern die Stützfläche eine gewölbte oder geneigte Form aufweist, ist der Befestigungsvorsprung in besonders vorteilhafter Weise komplementär zu bilden, so dass eine axiale und radiale Abstützung des Stützabschnitts am Befestigungsvorsprung erfolgt.

[0046] Im Falle einer quer angeordneten Zentrierfläche kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass sich diese an einer Stirnfläche der Rotorscheibe oder am axialen freien Ende des Befestigungsvorsprungs abstützt.

[0047] Weiterhin ist es vorteilhaft möglich, am Schaufelfuß und/oder an der Schaufelplattform einen sich zumindest axial erstreckenden Befestigungsabsatz vorzusehen, an dem die Stützflächen der Stützabschnitte zur Anlage kommen. Naheliegend kann ein über die Rotorscheibe überstehender Kragen der Schaufelplattform unmittelbar den Befestigungsabsatz bilden.

[0048] Sofern die Stützfläche eine gewölbte oder geneigte Form aufweist, ist der Befestigungsabsatz in besonders vorteilhafter Weise analog komplementär zu bilden, so dass eine axiale und radiale Anlage des Stützabschnitts am Befestigungsabsatz erfolgt.

[0049] Im Falle einer quer angeordneten Zentrierfläche kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass sich diese an einer Stirnfläche des Schaufelfußes oder der Schaufelplattform oder am axialen freien Ende des Befestigungsabsatzes abstützt.

[0050] Zur Sicherung der Lage auf einer ersten Seite des Dichtsegments auf der vom Aufnahmeprofil wegweisenden Seite, insbesondere eines ersten Stützabschnitts, gegen eine Bewegung auf die Rotorachse zuweisend, insbesondere zur Unterstützung der Einschwenkbewegung um den ersten Stützabschnitt, ist es vorteilhaft, wenn auf der zur Rotorachse weisenden Seite unterhalb des Stützabschnitts an der Rotorscheibe ein erster Haltevorsprung angeordnet wird, an dem der Stützabschnitt zur Anlage kommen kann.

[0051] Alternativ zur vorherigen Ausführung oder ergänzend kann vorteilhaft ebenso die Laufschaufel am Schaufelfuß mit einem ersten Haltevorsprung versehen sein.

[0052] Die Sicherung der Lage des Dichtsegments am Rotor kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So ist es in einer ersten Ausführung möglich, nach dem Einhängen des Befestigungsprofils am Aufnahmeprofil eine Verschiebung in Umfangsrichtung vorzusehen, wobei ein über eine entsprechende Sperrkontur am Befestigungsprofil, insbesondere auf der zum Aufnahmeprofil gegenüber liegenden Seite, zusammenwirkend mit einem Widerlager an einer der Rotorscheiben ein Aushaken verhindert wird.

[0053] Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn an der Laufschaufel auf der dem Aufnahmeprofil zugewandten Seite ein zweiter Haltevorsprung angeordnet ist, welcher auf der zur Rotorachse weisenden Seite relativ zu einem zweiten Stützabschnitt an diesem zur Anlage kommen kann. Hierdurch wird ein Herabschwenken mit einer Bewegung des zweiten Stützabschnitts auf die Rotorachse zuweisend und somit unmittelbar auch ein Aushaken der Verbindung zwischen Befestigungsprofil und Aufnahmeprofil verhindert.

[0054] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn eine Abdichtung zwischen den Dichtsegmenten und den Laufschaufeln erfolgt. Hierzu weisen die Laufschaufeln einen von der Schaufelplattform ausgehenden über die Rotorscheibe im Bereich der Schaufelhaltenuten hinausragenden Kragen auf. Dieser Kragen kann hierbei mit minimalem Dichtspalt an den Stützabschnitt anschließen. Beson-

ders bevorzugt ist es jedoch, wenn die Dichtleiste im Stützabschnitt sich zumindest bei Rotation des Rotors am Kragen anlegt, so dass eine optimale Abdichtung zwischen Dichtsegment und Laufschaufel erzielt wird.

[0055] In einer weiteren Alternative wird die Abdichtung zwischen dem Dichtsegment und der Laufschaufel dadurch verbessert, indem über mehrere, vorzugsweise alle, Segmente hinweg ein Kolbenring zwischen den Stützabschnitten und den Kragen der Schaufelplattformen verwendet wird. Hierzu wird ein entsprechender Kolbenring an den Stützabschnitten angeordnet und liegt zumindest im Betrieb des Rotors an den Kragen an. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn ein erster Kolbenring in einer ersten Aufnahmenut am ersten Stützabschnitt geneigt angeordnet wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass der erste Kolbenring und/oder die erste Aufnahmenut geradlinig oder bogenförmig ausgeführt wird. Im Längsschnitt betrachtet weist der erste Kolbenring bzw. die erste Aufnahmenut ungefähr in Richtung zur Segmentmitte bzw. zum Befestigungsprofil. Diese geneigte Anordnung erleichtert das Einschwenken des Dichtsegments um den ersten Stützabschnitt.

[0056] Beim zweiten Stützabschnitt hingegen kann in sowohl einfacher als auch vorteilhafter Weise ein sich radial erstreckender Kolbenring in Anordnung in sich radial erstreckenden Aufnahmenuten an den zweiten Stützabschnitten Verwendung finden, da beim Montieren der Dichtsegmente der zweite Stützabschnitt beim Einfügen in den Kolbenring im wesentlichen radial auswärts bewegt wird.

[0057] In einer weiteren Variante ist es vorteilhaft, wenn bei einer radial nach außen und zur Rotorscheibe offenen Aufnahmenut in Art eines Absatzes der Kolbenring im Absatz angeordnet wird und somit zwischen dem Stützabschnitt und der Rotorscheibe und dem Kragen der Schaufelplattform umfasst ist. Diese Lösung kann sowohl nur am ersten Stützabschnitt als auch an beiden Stützabschnitten eingesetzt werden.

[0058] Anzumerken ist, dass es sich bei dem Kolbenring um einen einstückigen geschlitzten Ring als auch um zwei oder mehr Segmente handeln kann, wobei wesentlich im Gegensatz zur Verwendung von Dichtleisten ist, dass sich im Falle von Segmenten diese jeweils über zwei oder mehr Dichtsegmente erstrecken. D.h. während die Dichtleiste vormontiert am jeweiligen Dichtsegment angebracht werden kann, kann der Kolbenring nach den Dichtsegmenten (sofern die Laufschaufeln noch nicht in Position sind) oder muss vor den Dichtsegmenten (sofern die Laufschaufeln mit dem Schaufelplattformen den Montagebereich bereits überdecken) angebracht werden.

[0059] Entsprechend der vorteilhaften Anbringung eines ersten Zentriermittels an dem Dichtsegment ist es bei Betrachtung des Rotors besonders vorteilhaft, wenn an der ersten und/oder der zweiten Rotorscheibe ein zweites Zentriermittel komplementär zum ersten Zentriermittel vorhanden ist. Bei Anordnung des ersten Zentriermittels am Befestigungsprofil ist entsprechend das

zweite Zentriermittel am Aufnahmeprofil anzuordnen. Ist hingegen das erste Zentriermittel am Stützabschnitt angeordnet, so kann in einer Variante das zweite komplementäre Zentriermittel an der Laufschaufel angeordnet werden, wobei in vorteilhafter Weise hierzu der zweite Haltervorsprung verwendet werden kann. Alternativ ist es ebenso möglich das zweite Zentriermittel an der ersten und/oder der zweiten Rotorscheibe anzuordnen. Dabei können in vorteilhafter Weise zwei benachbarte Befestigungsvorsprünge und/oder zwei benachbarte Haltervorsprünge als ein zum ersten Zentriermittel komplementäres zweites Zentriermittel verwendet werden.

[0060] Die Vorteile der Anbringung der Dichtsegmente zwischen zwei Rotorscheiben führen zumindest hinsichtlich des letzten Dichtsegments im Umfang zur Bildung des Dichtringes zur Problematik der Montage des Dichtsegments. Zur Lösung dieses Problems wird ein neuartiges Montagewerkzeug vorgeschlagen. Entsprechend dient dieses Montagewerkzeug zur Verwendung bei einem Dichtsegment, welches an den axialen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Stützabschnitt aufweist. Dabei ist es erforderlich, dass der jeweilige Stützabschnitt eine sich zum gegenüberliegenden Stützabschnitt öffnende Montageausnehmung aufweist. Entsprechend stellt sich der Stützabschnitt mit der Montageausnehmung als radial hinterschnittig dar.

[0061] Das Montagewerkzeug weist hierbei einen ersten Hebel sowie einen gelenkig verbundenen zweiten Hebel auf. Der erste Hebel erstreckt sich hierbei in Richtung eines Stützabschnitts, wobei am Ende des ersten Hebels ein erstes Anlageelement angeordnet ist. Dieses greift in die entsprechende Montageausnehmung des zugehörigen Stützabschnitts ein. Der über ein Gelenk verbundene zweite Hebel erstreckt sich in Richtung des anderen Stützabschnitts und weist ebenso an dessen Ende ein zweites Anlageelement auf. Analoge greift das zweite Anlageelement in die zugeordnete Montageausnehmung des entsprechenden Stützabschnitts ein. Dieses stellt die Montageposition des Montagewerkzeugs dar.

[0062] Aufgrund der gelenkigen Verbindung des ersten Hebels mit dem zweiten Hebel ist es möglich, diese in eine Freiposition durch Schwenken der Hebel zueinander zu verstellen, so dass die Anlageelemente einen geringeren Abstand zueinander aufweisen. Hierdurch können diese in der Freiposition zwischen den Stützabschnitten bewegt werden. D.h. in der Freiposition kann das Montagewerkzeug an das Dichtsegment herangeführt werden, bzw. nach der Montage entnommen werden. Zur Verstellung der Hebel zueinander ist ein Betätigungselement vorgesehen, welches in Verlängerung des zweiten Hebels auf gegenüberliegende Seite zum Gelenk angebracht ist. Durch Heranführen des Betätigungselements zum ersten Hebel kann in einfacher Weise die Verstellung zwischen Freiposition und Montageposition erfolgen. Zugleich kann bei der Verstellung in der Montageposition unmittelbar die Handhabung des Montagewerkzeugs mit daran befestigtem Dichtsegment

erfolgen.

[0063] In den nachfolgenden Figuren werden beispielhafte Ausführungsformen für ein erfindungsgemäßes Dichtsegment sowie einen erfindungsgemäßen Rotor skizziert. Es zeigen:

FIG 1 eine Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels für einen Rotor mit Dichtsegmenten;

FIG 2 das Dichtsegment zur Ausführung aus FIG 1;

FIG 3 schematisch die Montage des Dichtsegments;

FIG 4 eine Detailansicht einer alternativen Ausführung des Dichtsegments mit Kolbenring;

FIG 5 eine weitere Alternative zur Anordnung eines Kolbenrings;

FIG 6 ein beispielhaftes Montagewerkzeug in der Montageposition am Dichtsegment;

FIG 7 das Montagewerkzeug aus FIG 6 in der Freiposition.

[0064] In der FIG 1 wird ein erstes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Rotor sowie ein erfindungsgemäßes Dichtsegment in einem Längsschnitt durch den Rotor schematisch dargestellt. Zu erkennen ist die Anordnung mit zwei aufeinanderfolgenden Rotorscheiben 01 und 02, welche 01,02 jeweils am Umfang verteilt eine Mehrzahl an Schaufelhaltenuten 03 aufweisen. In den Schaufelnuten 03 sind in bekannter Art und Weise Laufschaufeln 31 mit einem entsprechenden Schaufelfuß 32 befestigt. Die beiden Rotorscheiben 01,02 sind über jeweils stirnseitigen Verbindungsflansch 05,06 miteinander verbunden. Wie der Verbindungsflansch 05,06 genau ausgeführt wird und wie die Verbindung hergestellt wird, ist hierbei zunächst unerheblich. Diesbezüglich kann auf bekannte Ausführungsformen zurückgegriffen werden.

[0065] Am Verbindungssteg 06 sind im Umfang verteilt eine Mehrzahl an Dichtsegmenten 11 befestigt. Des Weiteren grenzen die Dichtsegmente 11 beidseitig an den Rotorscheiben 01,02 sowie den anzubringenden Laufschaufeln 31 an. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise ein erster Ringraum 08 zwischen der ersten Rotorscheibe 01, dem Verbindungsflansch 05 bzw. 06 und dem Dichtsegment 11 sowie gegenüberliegend ein zweiter Ringraum 09 zwischen der zweiten Rotorscheibe 02, dem Verbindungsflansch 06 sowie dem Dichtsegment 11 gebildet. Die geschlossenen Ringräume 08, 09 begünstigen eine vorteilhafte Kuhluffführung im Rotor.

[0066] Zu erkennen ist weiterhin die Anbringung der im Umfang verteilt angeordneten Dichtsegmente 11 mit deren jeweiligen Befestigungsprofil 14 am Verbindungsflansch 06. Hierzu weist der Verbindungsflansch 06 ein umlaufendes Aufnahmeprofil 04 auf. Die hierbei vorge-

sehene Hakenform sowohl des Befestigungsprofils 14 als auch des Aufnahmeprofiles 04 ermöglicht ein seitliches Einhängen des Dichtsegments 11 am Verbindungsflansch 06.

[0067] Weiterhin ist zu erkennen, dass das Dichtsegment 11 jeweils an gegenüberliegenden Seiten an der Rotorscheibe 01 angrenzend an einem Befestigungsvorsprung 25 und 26 der Rotorscheiben 01 bzw. 02 anliegt, so dass zusätzlich zur mittigen Befestigung des Dichtsegments 11 am Verbindungsflansch 06 eine weitere Anlage zur Lastübertragung am Befestigungsvorsprung 25, 26 der Rotorscheiben 01, 02 erfolgt. Hierzu befindet sich an den axialen Enden des Dichtsegments 11 jeweils ein Stützabschnitt 17, 18, welche 17, 18 mit jeweils einer radial auswärts weisenden Stützfläche 21 unter den entsprechenden Befestigungsvorsprung 25, 26 greifen.

[0068] Die Bewegung des ersten Stützabschnitts 17 an der ersten Rotorscheibe 01 auf die Rotorachse zuweisend wird durch einen ersten Haltevorsprung 27 an der ersten Rotorscheibe 01 verhindert. Dieser 27 ist radial unterhalb des ersten Befestigungsvorsprungs 25 angeordnet. Insofern greift der erste Stützabschnitt 17 in eine Aussparung zwischen dem ersten Befestigungsvorsprung 45 und dem ersten Haltevorsprung 27 ein.

[0069] Gegenüberliegend erfolgt ebenso eine Abstützung des zweiten Stützabschnitts 18 am Ende des Dichtabschnitts 15 an einem zweiten Befestigungsvorsprung 26 der zweiten Rotorscheibe 02. Um ein entsprechendes Einschwenken des Dichtsegments 11 zu ermöglichen, so dass eine Fügung des Haken-förmigen Befestigungsabschnitts 14 am Haken-förmigen Aufnahmeprofil 04 möglich ist, ist es erforderlich, dass unterhalb des zweiten Befestigungsvorsprungs 26 ein hinreichender Freiraum für die Montage vorhanden ist. Daher ist in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass ein zweiter Halteabschnitt 28 an der Laufschaufel 31 der zweiten Rotorscheibe 02 angebracht ist. Dieser 28 greift in analoger Weise unter den zweiten Stützabschnitt 18 und verhindert so eine Bewegung des zweiten Stützabschnitts 18 auf die Rotorachse zuweisend.

[0070] In der FIG 2 wird nunmehr ein exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Dichtsegments 11 aus der Fig. 1 skizziert. Zu erkennen ist dessen T-förmige Gestalt mit sich beidseitig von einer Segmentmitte 12 erstreckenden Dichtabschnitten 15. Die Dichtabschnitte 15 sind hierbei bogenförmig ausgeführt, so dass bei auftretenden Fliehkräften eine vorteilhafte Spannungsverteilung im Dichtsegment 11 erzielt wird. Am zur Segmentmitte 12 gegenüberliegenden Ende der jeweiligen Dichtabschnitte 15 befindet sich beidseitig des Dichtsegments 11 jeweils ein Stützabschnitt 17, 18. Der Stützabschnitt 17, 18 weist eine radial auswärts weisende Stützfläche 21 sowie eine axial zu der jeweiligen Rotorscheibe 01, 02 weisende Zentrierfläche 23 auf. In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Stützfläche 21 sowie die Zentrierfläche 23 L-förmig angeordnet sind.

[0071] Die Stützabschnitte 17, 18 weisen jeweils eine sich in Umfangsrichtung erstreckende Aufnahmenut 24

auf. Vorgesehen ist, dass in der Aufnahmenut 24 eine Dichtleiste eingelegt wird, welche zumindest bei Fliehkraft unter einen Kragen der jeweiligen Laufschaufeln zur Anlage kommt und eine vorteilhafte Abdichtung zu den Laufschaufeln ermöglicht.

[0072] Das T-förmige Dichtsegment weist weiterhin einen sich von der Segmentmitte 11 radial einwärts erstreckenden Verankerungsabschnitt 13 auf. An dessen Ende gegenüberliegend zur Segmentmitte 12 befindet sich das Befestigungsprofil 14. Das Befestigungsprofil 14 ist in Form eines seitlich offenen Hakens gestaltet, so dass dieses 14 in ein Haken-förmiges Aufnahmeprofil 06 befestigt werden kann. Es ist offensichtlich, wie das Dichtsegment 11 zur Montage zu schwenken und mit dem Befestigungsprofil 14 in axialer Richtung zu bewegen ist.

[0073] Nicht dargestellt ist in diesem Ausführungsbeispiel, dass die Stützabschnitte 17 weiterhin einen von der Zentrierfläche 23 in Richtung Segmentmitte 12 beabstandeten Dichtflügel aufweisen, welche 19 eine weitere Abdichtung zu einem ruhenden Statorring begünstigen, welcher den aus Dichtsegmenten 11 gebildeten Dichtring umgibt. Weiterhin weist das Dichtsegment 11 vorteilhaft eine Mehrzahl sich radial auswärts erstreckenden Dichtrippen - auf dessen Darstellung wurde ebenso verzichtet - auf, welche ebenso eine vorteilhafte Abdichtung gegenüber dem Statorring begünstigen.

[0074] In der FIG 3 wird das Ausführungsbeispiel aus FIG 1 skizziert im Zustand der Montage des Dichtsegments 11. Zu erkennen ist das Dichtsegment 11 in einer geneigten Lage zwischen den beiden Rotorscheiben 01 und 02. In dieser Stellung kann das Dichtsegment 11 zwischen den Rotorscheiben 01 und 02, insbesondere zwischen dem Befestigungsvorsprung 25 der ersten Rotorscheibe 01 und den Befestigungsvorsprung 26 der zweiten Rotorscheibe 02 eingeführt und sodann mit dem ersten Stützabschnitt 17 in den Zwischenraum zwischen dem ersten Haltevorsprung 27 und dem ersten Befestigungsvorsprung 25 eingefügt werden. Durch ein Schwenken um den ersten Stützabschnitt 17 erfolgte das Fügen des Befestigungsabschnitts 14 am Aufnahmeprofil 04 mit Anlage des zweiten Stützabschnitts 18 am zweiten Befestigungsvorsprung 26.

[0075] In der nachfolgenden Figur 4 werden im Detail die Stützabschnitte 47, 48 einer weiteren beispielhaften Ausführungsform für ein Dichtsegment 41 skizziert. Der erste Stützabschnitt 47 weist im Anschluss an den Dichtabschnitt 15 eine gewölbte Stützfläche 51 auf. Die gewölbte Stützfläche 51 ermöglicht in besonders vorteilhafter Weise das Schwenken des Dichtsegments 41 um den ersten Stützabschnitt 47, wobei die gewölbte Stützfläche 51 sowohl eine radiale Abstützung als auch eine Zentrierung ermöglicht.

[0076] Der rechts dargestellte zweite Stützabschnitt 48 entspricht weitestgehend der vorherigen Ausführungsform mit einer radial nach außen weisenden Stützfläche 52 sowie einer sich radial erstreckenden Zentrierfläche 53.

[0077] Weiterhin ist in diesem Ausführungsbeispiel

des Dichtsegments 41 die Anordnung eines ersten Kolbenrings 35 in einer ersten Aufnahmenut 43 sowie gegenüberliegend die Anordnung eines zweiten Kolbenrings 36 in einer zweiten Aufnahmenut 44 skizziert. Wie zu erkennen ist, erstreckt sich der zweite Kolbenring 36 in radialer Richtung, während hingegen der erste Kolbenring 35 - im Längsschnitt durch den Rotor betrachtet - eine bogenförmige Gestalt in Richtung des Befestigungsabschnittsweisend aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass der Kolbenring 35,36 vor der Montage der Dichtsegmente 41 zwischen den Rotorscheiben 01,02 angebracht wird. Beim Schwenken um die erste Zentrierfläche 51 erfolgt das Fügen des ersten Kolbenrings 35 in die erste Aufnahmenut 35 und zum Abschluss der Schwenkbewegung die Fügung des zweiten Kolbenrings 36 in die zweite Aufnahmenut 44.

[0078] In der Figur 5 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Anordnung eines Kolbenrings 36 zwischen dem Dichtsegment, der Rotorscheibe und der Laufschaufel skizziert. Zu erkennen ist analog der Darstellung aus der Figur 4 der erste Stützabschnitt 67 am Ende des Dichtabschnitts 15. Zur Anordnung des Kolbenrings 36 wird in diesem Ausführungsbeispiel vorgeschlagen, die Aufnahmenut 73 als Absatz auszuführen, welcher 73 zur Rotorscheibe weisend offen ist. Somit kann der Kolbenring 36 zwischen dem ersten Stützelement 67, der Rotorscheibe 01 und der Schaufelplattform 33 der Laufschaufel 31 eingefasst werden. Dieses begünstigt deutlich die vorherige Montage des Kolbenrings 36 und die nachfolgende Montage des Dichtsegments, da sich nunmehr der Kolbenring 36 lediglich in der Aufnahmenut 73 als Absatz einfügen muss anstelle eingefädelt zu werden.

[0079] Weiterhin wird in diesem Ausführungsbeispiel eine geneigte Stützfläche 71 skizziert, deren 71 Neigung so gewählt ist, dass bei bestimmungsgemäßen Gebrauch und den hierbei auftretenden Fliehkräften im Wesentlichen nur Druckspannungen über die Stützfläche 71 übertragen werden.

[0080] In der FIG 6 wird nunmehr ein beispielhaftes Montagewerkzeug 101 schematisch in einer Montageposition am Dichtsegment 11 gezeigt. Zu erkennen ist wiederum das Dichtsegment 11 aus den Figuren 1-3. Die Stützabschnitte 17,18 am Ende der Dichtabschnitte 15 weisen jeweils eine zum gegenüberliegenden Stützabschnitt 17,18 weisende Montageausnehmung auf, welche radial hinterschnittig ist. Das Montagewerkzeug 101 umfasst einen ersten Hebel 103, welcher 103 sich im Wesentlichen axial zu einem der Stützabschnitte 17 erstreckt und an dessen 17 Ende sich ein erstes Aufnahmeelement 104 befindet. Dieses 104 greift in die Montageausnehmung am entsprechenden Stützabschnitt 17 ein. Gegenüberliegend am Ende des ersten Hebels 103 befindet sich ein Gelenk 107 an dem ein zweiter Hebel 105 schwenkbar gelagert ist. Dieser 105 erstreckt sich analog in entgegengesetzter Richtung zum anderen Stützabschnitt 17. In dessen entsprechender Montageausnehmung greift ein zweites Anlagenelement 106 am

Ende des zweiten Hebels 105 ein. Die hier dargestellte Montageposition wird durch die Bewegung eines Betätigungselements 108 ermöglicht, welches 108 gegenüberliegend zum Gelenk 107 am zweiten Hebel 105 angebunden ist. Beim Ergreifen des Betätigungselements 108 mit dem ersten Hebel 103 kann das Dichtsegment mit dem Montagewerkzeug bewegt werden.

[0081] Wird das Betätigungselement 108 losgelassen, so kann das Montagewerkzeug 101 durch Schwenken des zweiten Hebels 105 relativ zum ersten Hebel 103 vom Dichtsegment 11 abgenommen werden.

Patentansprüche

1. Dichtsegment (11,41) zur Bildung eines Dichtringes eines Rotors, insbesondere einer Gasturbine, mit einem zentralen sich in Umfangsrichtung und radial erstreckenden Verankerungsabschnitt (13), welcher (13) auf der zur Rotorachse weisenden Seite ein Befestigungsprofil (14) und am nach außen weisenden Ende eine Segmentmitte (12) aufweist, und mit sich in Umfangsrichtung im Wesentlichen von der Segmentmitte (12) axial seitlich erstreckenden ersten und zweiten Dichtabschnitten (15) und mit sich an den jeweiligen Dichtabschnitten (15) anschließenden ersten und zweiten Stützabschnitten (17,18,47,48,67),
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsprofil (14) in Form eines zur einer Seite offenes Hakenprofil gebildet ist und in ein entsprechendes Aufnahmeprofil (04) seitlich eingehakt werden kann.
2. Dichtsegment (11,41) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das Befestigungsprofil (14) in Umfangsrichtung erstreckt; oder
dass sich das Befestigungsprofil (14) durchgehend in Umfangsrichtung erstreckt; oder
dass sich das Befestigungsprofil (14) durchgehend über die gesamte Länge des Dichtsegments (11,41) in Umfangsrichtung erstreckt.
3. Dichtsegment (11,41) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtabschnitte (15), und insbesondere die Stützabschnitte (17,18,47,48,67) und insbesondere der Verankerungsabschnitt (13) und das Befestigungsprofil (14), einem Abschnitt eines Rotationskörpers entsprechen.
4. Dichtsegment (11,41) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass beide Enden des Dichtsegments (11,41) in Umfangsrichtung jeweils im Wesentlichen mit der Rotorachse in einer Längsebene liegen.

5. Dichtsegment (11,41) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtabschnitte (15) zumindest abschnittsweise zwischen Segmentmitte (12) und Stützabschnitt (17,18,47,48,67) eine zur Rotorachse gewölbte Form aufweisen; und/oder dass die Formgebung der Dichtabschnitte (15) derart gewählt ist, dass Fliehkräfte zumindest zu Druckspannungen in Richtung der Stützabschnitte (17,18,47,48,67) und gegebenenfalls zur Segmentmitte (12) führen.
6. Dichtsegment (11,41) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stützabschnitt (17,18,48) eine radial nach außen weisende Stützfläche (21,52) und eine axial von der Segmentmitte (12) wegweisende Zentrierfläche (23,53) aufweist; oder dass der Stützabschnitt (47) eine gewölbte Stützfläche (51) aufweist, welche (51) eine radiale und axiale Abstützung ermöglicht; oder
dass der Stützabschnitt (67) eine geneigte Stützfläche (71) aufweist, wobei die Neigung derart gewählt ist, dass bei bestimmungsgemäßen Gebrauch und den hierbei auftretenden Kräften im Wesentliche nur Druckspannungen übertragen werden.
7. Dichtsegment (11,41) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Stützabschnitt (17,18,47,48,67) eine sich radial erstreckende Dichtleiste eingelegt ist; und/oder dass im Stützabschnitt (17,18,47,48,67) eine sich radial nach außen öffnende Aufnahmenut (24,43,44,73) vorhanden ist.
8. Dichtsegment (11,41) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Befestigungsprofil (14) und/oder am Stützabschnitt (17,18,47,48,67) ein sich axial erstreckendes erstes Zentriermittel, insbesondere eine Zentrierausnehmung oder ein Zentriervorsprung, angeordnet ist.
9. Rotor insbesondere für eine Gasturbine mit zumindest zwei Rotorscheiben (01,02), welche (01,02) im Umfang verteilt eine Mehrzahl Schaufelhaltenuten (03) aufweisen, und mit einer Mehrzahl einen Dichtring bildenden Dichtsegmenten (11,41), wobei im Rotor ein ringförmiges Aufnahmeprofil (04) vorhanden ist, an dem (04) die Dichtsegmente (11,41) mit den Befestigungsprofilen (14) befestigt sind,
gekennzeichnet durch
eine Ausführung der Dichtsegmente (11,41) jeweils nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Aufnahmeprofil (04) ein Hakenprofil aufweist.
10. Rotor nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsprofil (14) und das Aufnahmeprofil (04) derart geformt sind, so dass ein Einschwenken des Dichtsegments (11,41) um einen ersten Stützabschnitt (17) möglich ist.
11. Rotor nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen einer ersten Rotorscheibe (01) und dem aus den Dichtsegmenten (11,41) gebildeten Dichtring ein erster Ringraum (08) und zwischen einer zweiten Rotorscheibe (02) und dem Dichtring ein getrennter zweiter Ringraum (09) vorhanden ist.
12. Rotor nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rotorscheiben (01,02) jeweils einen zueinander weisenden Verbindungsflansch (05) aufweisen, wobei das Aufnahmeprofil (06) an einem der Verbindungsflansche (05) angeordnet ist.
13. Rotor nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
gekennzeichnet durch
in den Schaufelhaltenuten (03) mit Schaufelfüßen (32) befestigte Laufschaufeln (31), welche (31) eine sich in Umfangsrichtung und axial erstreckende an den Schaufelfüßen (32) anschließende Schaufelplattform (33) aufweisen.
14. Rotor nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Rotorscheibe (01,02) oder beide Rotorscheiben (01,02), insbesondere jeweils zwischen den Schaufelhaltenuten (03), einen sich axial erstreckenden Befestigungsvorsprung (25,26) aufweisen, wobei der erste und/oder zweite Stützabschnitt (17,18,47,48,67) zumindest bei Rotation des Rotors am zugehörigen Befestigungsvorsprung (25,26) zur Anlage kommt.
15. Rotor nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schaufelfuß (32) und/oder die Schaufelplattform (33) der Laufschaufel (31) der ersten und/oder der zweiten Rotorscheibe (01,02) einen sich axial erstreckenden Befestigungsabsatz aufweisen, wobei der Stützabschnitt (17,18,47,48,67) zumindest bei Rotation des Rotors am Befestigungsabsatz zur Anlage kommt.
16. Rotor nach einem der Ansprüche 9 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass an einer ersten Rotorscheibe (01) oder dem Schaufelfuß der Laufschaufeln der ersten Rotorscheibe (01) ein Haltevorsprung (27) angeordnet ist, auf dem (27) der Stützabschnitt (17) zur Anlage kommt.

17. Rotor nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Schaufelfuß (32) der Laufschaufeln (31) einer zweiten Rotorscheibe (02) ein zweiter Haltevorsprung (28) angeordnet ist, auf dem (28) der Stützabschnitt (18) zur Anlage kommt. 5
18. Rotor nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen einem über die Rotorscheibe (01,02) überstehenden Kragen der Schaufelplattform (33) und dem Stützabschnitt (17,18,47,48,67) ein Dichtspalt gebildet ist; und/oder dass die Dichtleiste zumindest bei Rotation des Rotors an einem über die Rotorscheibe (01,02) überstehenden Kragen der Schaufelplattform (33) anliegt. 10 15
19. Rotor nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen einem über die Rotorscheibe (01,02) überstehenden Kragen der Schaufelplattform (33) und den Stützabschnitten (17,18,47,48,67) ein Kolbenring (35,36) angeordnet ist. 20
20. Rotor nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Kolbenring (35) am ersten Stützabschnitt (47) geneigt gegenüber der radialen Richtung ausgeführt ist; oder dass die Aufnahmenut (67) am ersten Stützabschnitt (67) als zur Rotorscheibe (01) offener Absatz ausgeführt ist, in dem (67) ein Kolbenring (36) zwischen dem ersten Stützabschnitt (67) und der Rotorscheibe (01) und dem Kragen der Schaufelplattform (33) angeordnet ist. 25 30 35
21. Rotor nach einem der Ansprüche 13 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Aufnahmeprofil (04) ein zum ersten Zentriermittel komplementäres zweites Zentriermittel angeordnet ist; und/oder 40
dass an der Laufschaufel (31) ein zum ersten Zentriermittel komplementäres zweites Zentriermittel angeordnet ist, wobei insbesondere der zweite Haltevorsprung das zweite Zentriermittel bildet; und/oder 45
dass die ersten Zentriermittel jeweils zwischen zwei Befestigungsvorsprüngen (25,26) der ersten und/oder zweiten Rotorscheibe (01,02) und/oder zwischen zwei Haltevorsprüngen (27) der ersten Rotorscheibe (01) eingreifen. 50
22. Montagewerkzeug (101) zur Montage eines Dichtsegments (11,41) zwischen zwei Rotorscheiben (01,02), wobei das Dichtsegment (11,41) zumindest einen sich zwischen den Rotorscheiben (01,02) erstreckenden Dichtabschnitt (15) aufweist und an den beiden in Richtung der Rotorachse gegenüberliegenden Enden des Dichtsegments (11,41) jeweils ein Stützabschnitt (17,18,47,48,67) angeordnet ist, wobei jeder Stützabschnitt (17,18,47,48,67) zumindest eine radial hinterschnittige sich zum gegenüberliegenden Stützabschnitt (17,18,47,48,67) öffnenden Montageausnehmung aufweist, umfassend einen sich zu einem Stützabschnitt (17,18,47,48,67) erstreckenden ersten Hebel (103) mit einem an dessen Ende angeordneten ersten Anlagenelement (104) und einem sich zum anderen Stützabschnitt (17,18,47,48,67) erstreckenden zweiten Hebel (105) mit einem an dessen Ende angeordneten zweiten Anlagenelement (106), wobei der erste Hebel (103) mit dem zweiten Hebel (105) über ein Gelenk (107) schwenkbar verbunden ist und mittels eines Betätigungselements (108) zwischen einer Montageposition und einer Freiposition verstellbar ist, wobei die Anlagenelemente (104,106) in der Freiposition zwischen den Stützabschnitten (17,18,47,48,67) bewegt werden können und in der Montageposition in die zugehörigen Montageausnehmungen eingreifen. 55
23. Montagewerkzeug (101) nach Anspruch 22, gekennzeichnet zur Verwendung für ein Dichtsegment (11,41) nach einer der Ansprüche 1 bis 8.

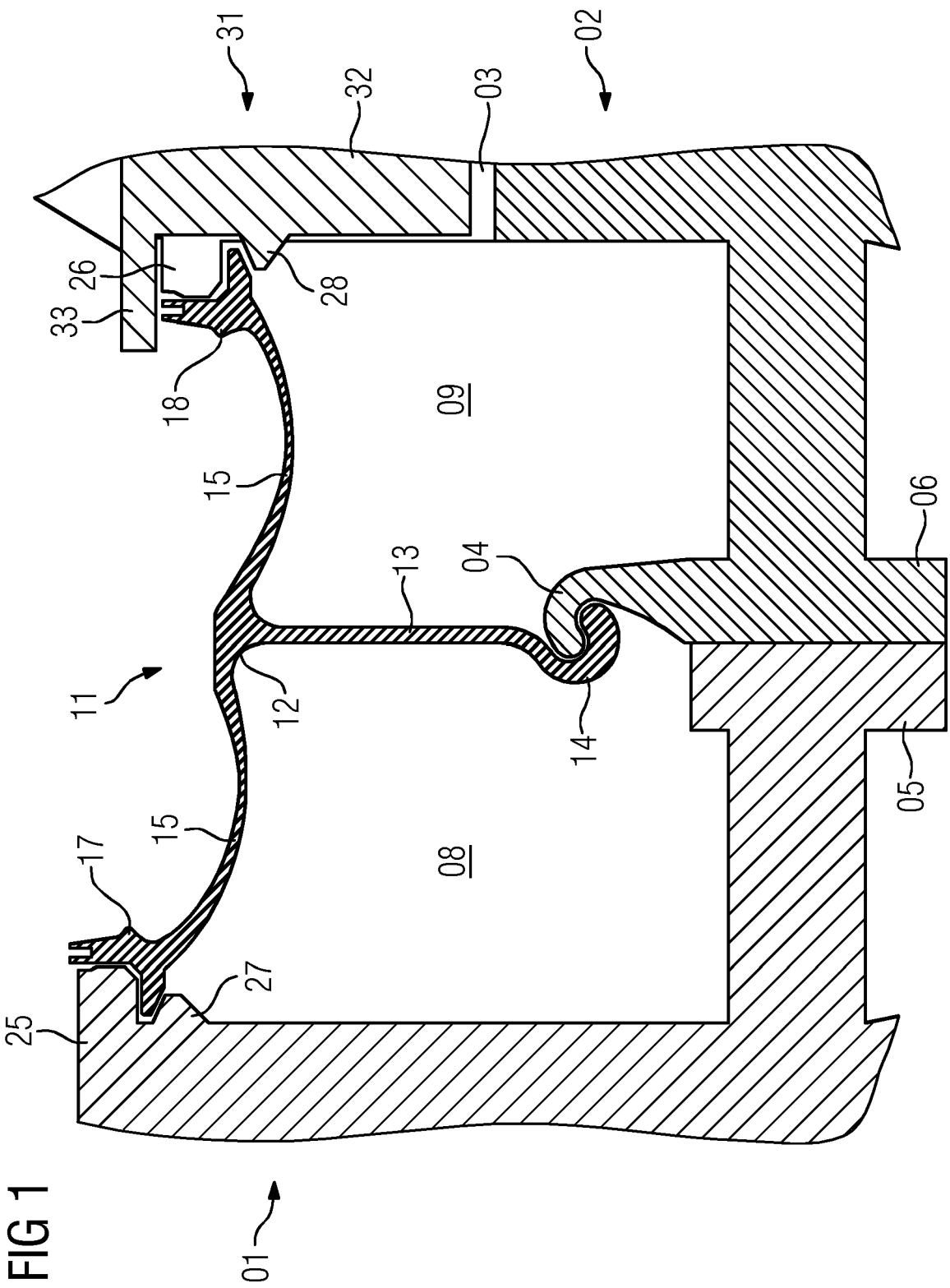
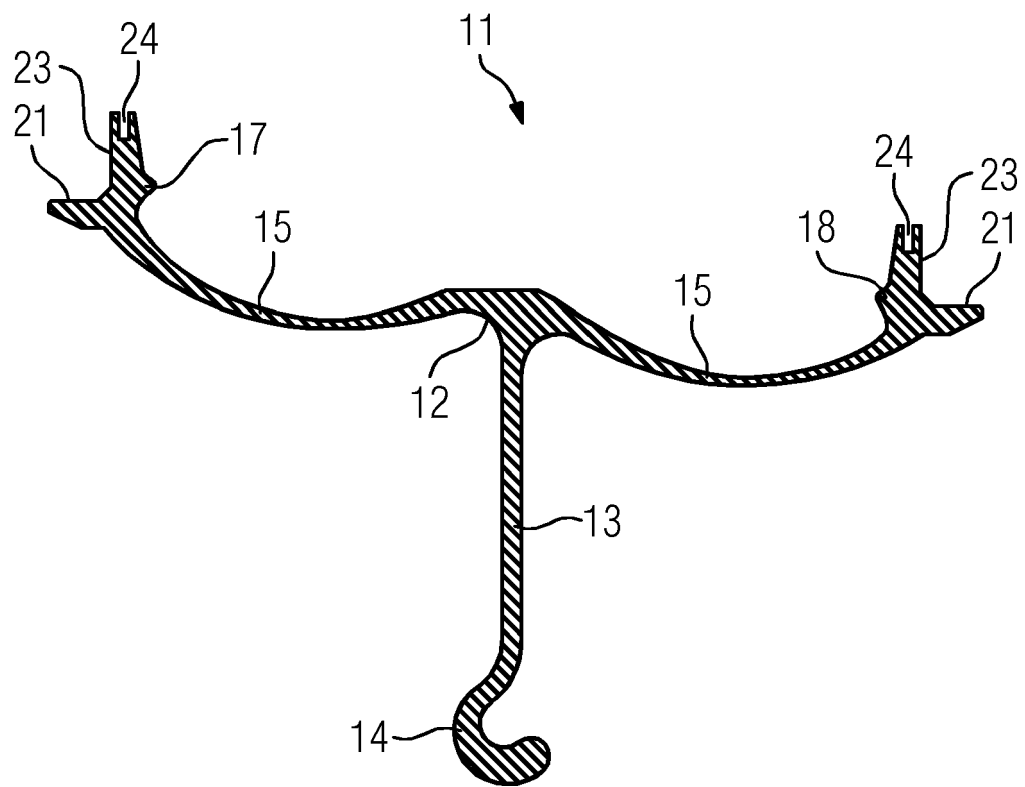


FIG 2



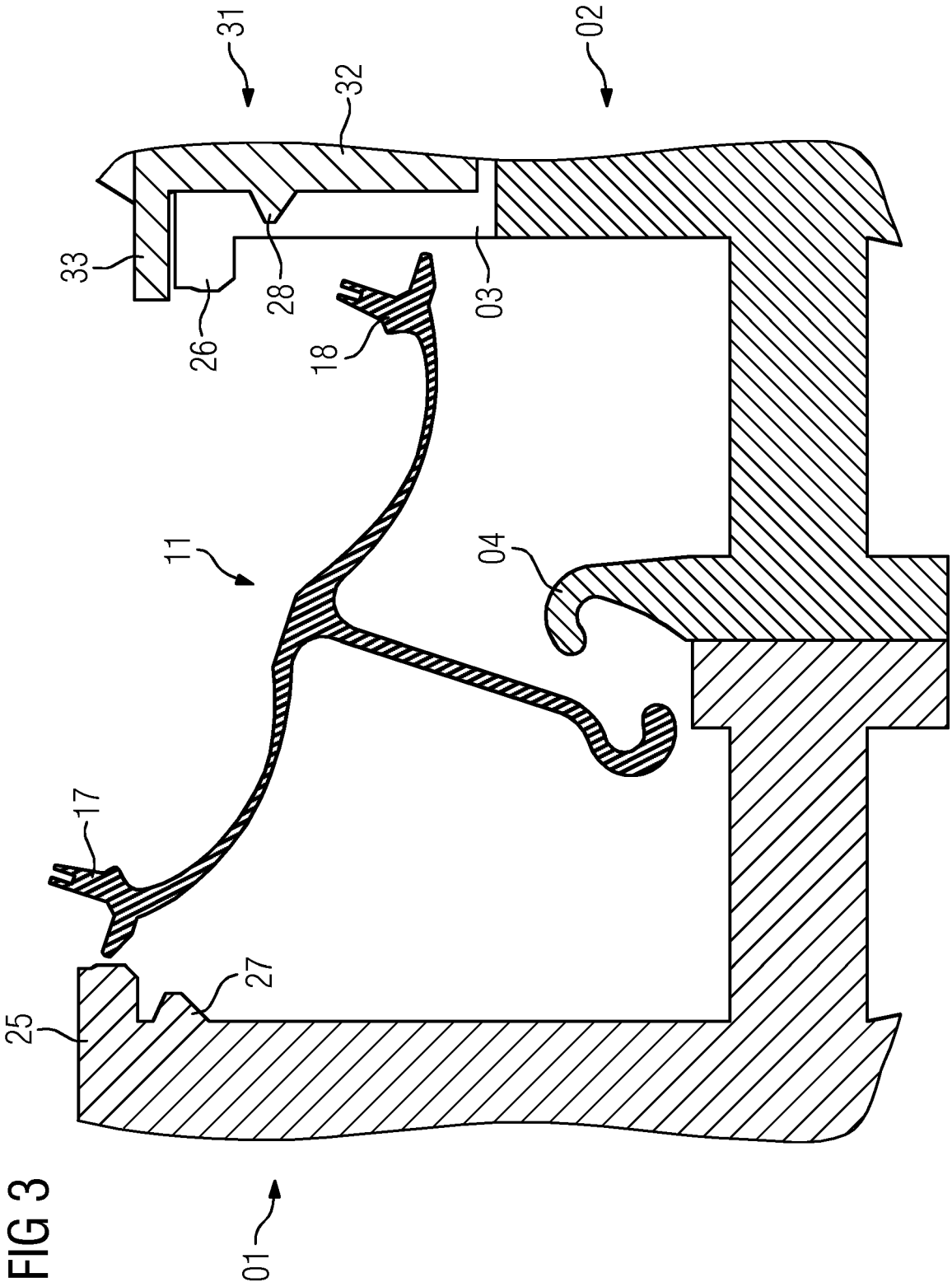


FIG 4

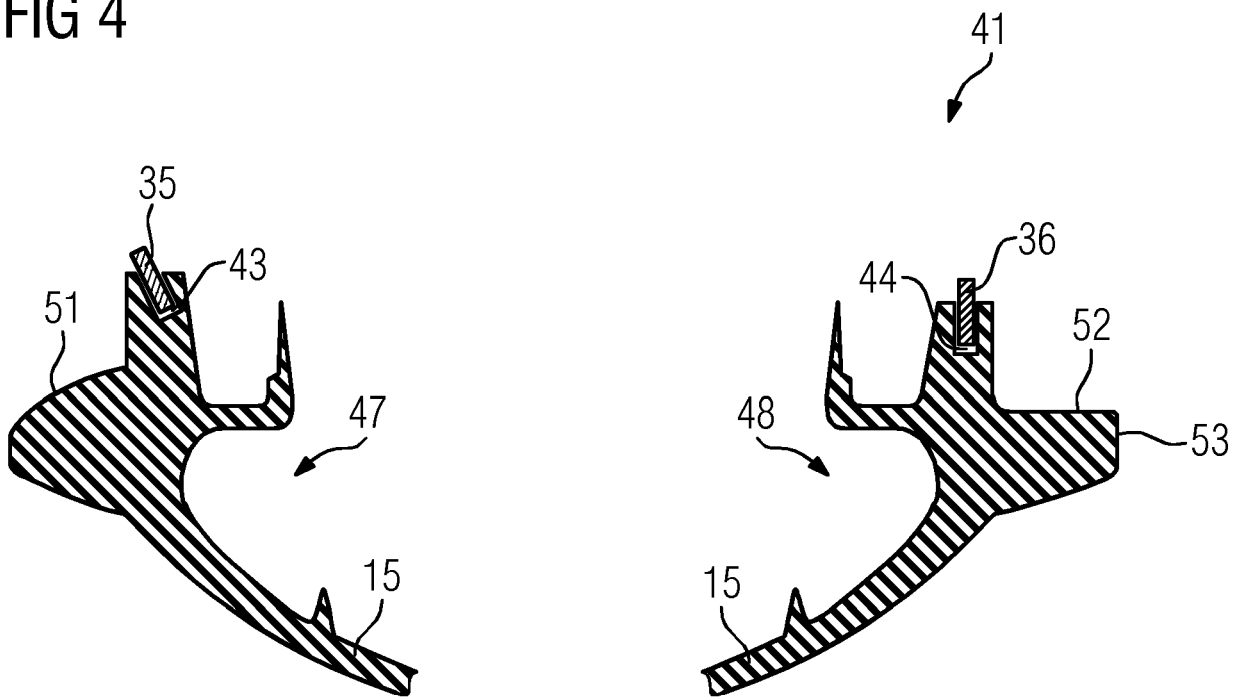


FIG 5

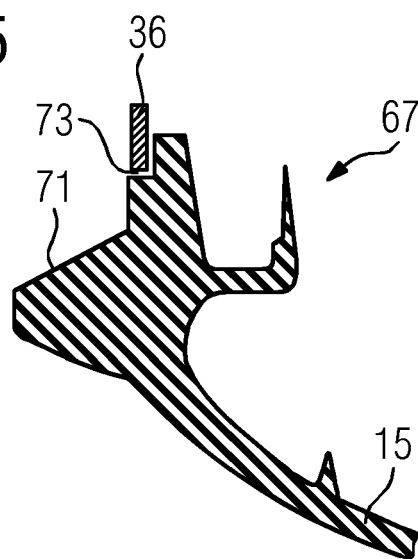


FIG 6

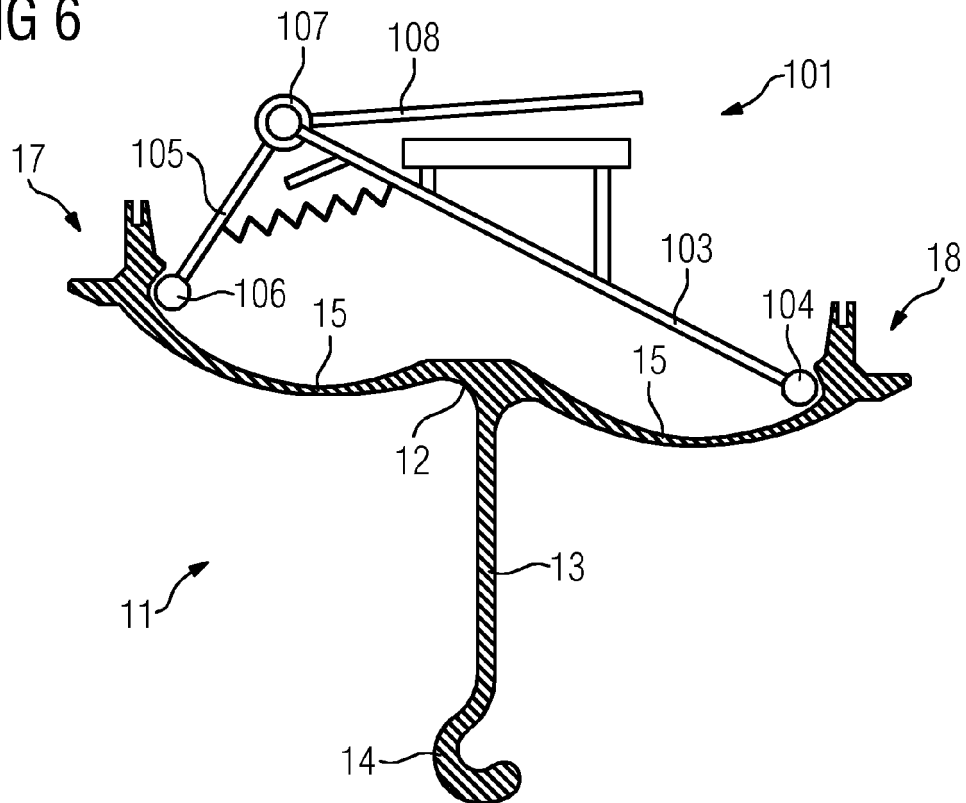
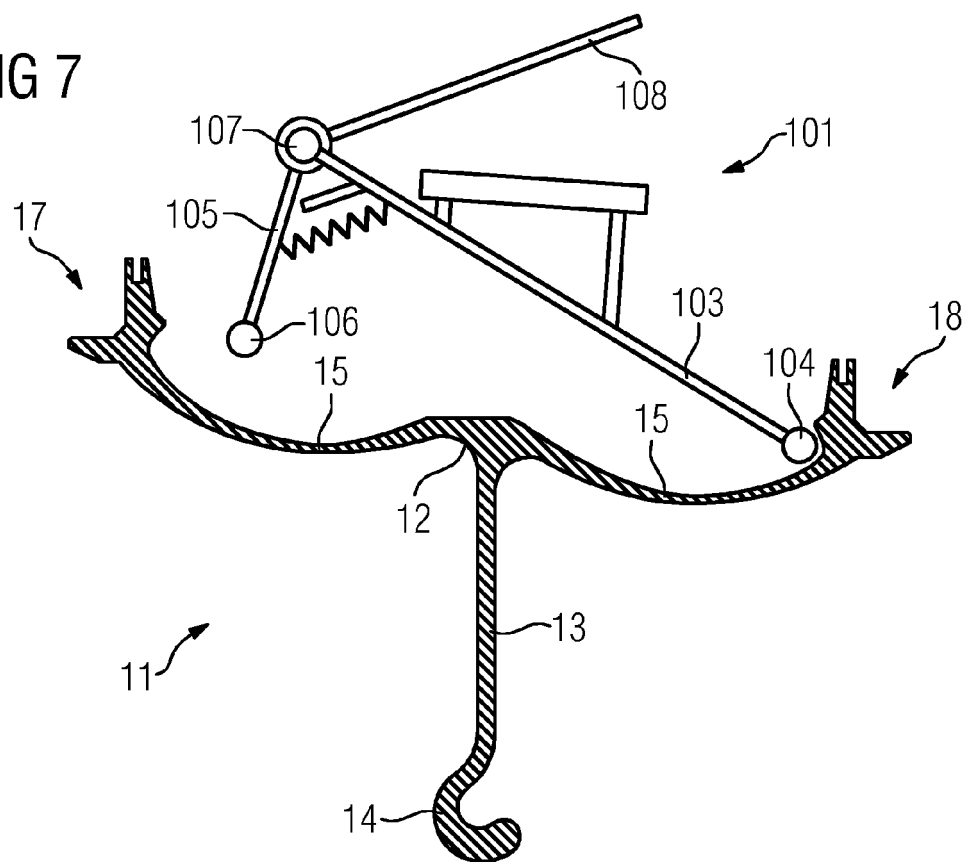


FIG 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 19 7268

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)
A	FR 3 009 336 A1 (SNECMA [FR]) 6. Februar 2015 (2015-02-06) * Seite 12, Zeile 15 - Seite 13, Zeile 25; Abbildungen 4-6 *	1,9	INV. F01D11/00 F01D25/28
A	US 5 320 488 A (MEADE ROBERT J [US] ET AL) 14. Juni 1994 (1994-06-14) * Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 58; Abbildungen 2-4 *	1,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F16J B25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. April 2017	Prüfer Coquau, Stéphane
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☒ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

1-21

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 16 19 7268

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-21

Dichtsegment mit einem radial erstreckenden Verankerungsabschnitt, der ein Befestigungsprofil aufweist, wobei das Befestigungsprofil in Form eines offenen Hakenprofil gebildet ist.

2. Ansprüche: 22, 23

Montagewerkzeug umfassend zwei Hebel mit einem an deren Ende angeordneten Anlageelement, die über ein Gelenk schwenkbar verbunden sind, und ein Betätigungselement.

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

EP 16 19 7268

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.

25-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	FR 3009336	A1	06-02-2015	KEINE

15	US 5320488	A	14-06-1994	KEINE

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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