

(19)



(11)

EP 3 318 724 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: **16197271.6**

(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)

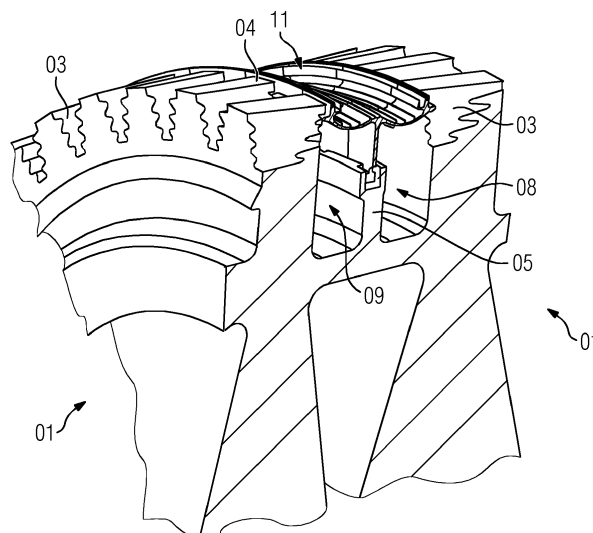
- **Lbov, Ivan**
196653 Saint-Petersburg (RU)
- **Schröder, Peter**
45327 Essen (DE)
- **Veitsman, Vyacheslav**
45879 Gelsenkirchen (DE)
- **Kolk, Karsten**
45479 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
- **Kampka, Kevin**
45478 Mülheim a. d. Ruhr (DE)
- **Bagaeva, Yulia**
197101 Saint-Petersburg (RU)
- **Lange, Marc**
50858 Köln (DE)
- **Romanov, Alexander**
197082 Sankt-Petersburg (RU)

(54) DICHTSEGMENT EINES ROTORS SOWIE ROTOR

(57) Die Erfindung betrifft ein Dichtsegment (11) zur Bildung eines Dichtringes eines Rotors einer Gasturbine. Das T-förmige Dichtsegment umfasst einem zentralen sich in Umfangsrichtung und radial erstreckenden Verankerungsabschnitt (13) mit einem daran anschließenden Befestigungsprofil (14) zur Befestigung im Rotor. Am anderen Ende des Verankerungsabschnitts erstreckt

sich axial in beide Richtungen jeweils ein Dichtabschnitt (15), an dessen Ende sich ein Stützabschnitt (17) befindet. Zur Erzielung eines geringen Gewichts ist hierbei vorgesehen, dass die Dichtabschnitte (15) zumindest abschnittsweise zwischen Segmentmitte (12) und Stützabschnitt (17) eine zur Rotorachse gewölbte Form aufweisen.

FIG 1



EP 3 318 724 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 geradlinig von der Mitte zu den Rotorscheiben bzw. zu den an den Rotorscheiben angebrachten Laufschaufeln.

[0004] 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. Problematisch bei bekannten Ausführungsformen ist jedoch, dass sich die beidseitig erstreckenden Arme des T-förmigen Dichtsegments bei den auftretenden Fliehkräften in unerwünschter Art und Weise verformen, sofern nicht eine hinreichend stabile Bauweise gewählt wird. Um dieses zu verhindern werden daher relativ massive Ausführungen mit hohem Gewicht gewählt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Verbesserung der T-förmigen Dichtsegmente dahingehend zu schaffen, dass diese bei Betrieb des Rotors nach Möglichkeit die gewünschte Form bei geringem Gewicht bewahren.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Dichtsegments nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Ein erfindungs-

gemäßer Rotor ist im Anspruch 13 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 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. In vom Befestigungsprofil entgegengesetzter radial nach außen weisender Seite befindet sich am Verankerungsabschnitt 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] Erfindungsgemäß wird nunmehr die Stabilität der Dichtabschnitte dadurch verbessert, indem diese zumindest abschnittsweise zwischen der Segmentmitte und dem Stützabschnitt eine zur Rotorachse gewölbte Form aufweisen. Durch die Abweichung von einer geradlinigen Gestalt wird eine deutlich verbesserte Stabilität der Dichtabschnitte bei den auftretenden Fliehkräften bei Betrieb des Rotors erzielt. Hieraus resultierend kann eine geringere Materialstärke als sonst üblich eingesetzt und das Gewicht reduziert werden.

[0009] 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 gradlinigen Form abweichende bogenförmige Gestalt mit der Wölbung zur Rotorachse weisend auf. Hierbei kann sowohl vorgesehen sein, dass die beiden Dichtabschnitte zueinander in der Segmentmitte unstetig verlaufen, wie es ebenso möglich ist, beide Dichtabschnitt über die Segmentmitte durchgehend mit einem gemeinsamen bogenförmigen Verlauf auszuführen.

[0010] 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 wei-

terhin 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. Somit bilden die Dichtsegmente mit Dichtabschnitten im Umfang verteilt einen ringförmigen Körper.

[0011] Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn das Ende der Dichtabschnitte in Umfangsrichtung, zumindest unter Vernachlässigung der Stützabschnitte, und das Ende des Verankerungsabschnitts, zumindest unter Vernachlässigung des Befestigungsprofils, in einer Längsebene durch den Rotor und der Rotorachse liegt. Hierdurch wird erzielt, dass bei der im Umfang mehrfach verteilten Anordnung der Dichtsegmente ein im Wesentlichen geschlossener Ringkörper gebildet wird und hierbei eine radial symmetrische Gestalt und vorteilhafte Lastverteilung erzielt wird. Weiterhin begünstigt die vorteilhafte Gestalt der Dichtsegmente zur Bildung eines im Wesentlichen geschlossenen Ringkörpers nicht nur eine Trennung über die Dichtabschnitte über den Bereich außerhalb der Dichtsegmente und innerhalb der Dichtabschnitte sondern zudem wird eine Trennung in axialer Richtung über den Verankerungsabschnitt ermöglicht.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] In einer zweiten vorteilhaften Ausführungsform wird ein über beide Dichtabschnitte harmonischer Verlauf gewählt. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn sich der Ab-

stand der Dichtabschnitte zur Rotorachse ausgehend von der Segmentmitte beidseitig kontinuierlich bis zu den Stützabschnitten vergrößert.

[0016] 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.

[0017] Zur Realisierung des Befestigungsprofils stehen verschiedene Varianten zur Verfügung. Diese richten sich insbesondere nach den Montagemöglichkeiten an dem Rotor. Insofern ist es in einer ersten Ausführungsform möglich, das Befestigungsprofil axial parallel zur Rotorachse auszurichten. Insofern ist eine Befestigung des Dichtsegments mit Fügung des Befestigungsprofils am Rotor durch eine axiale Verschiebung erforderlich.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es jedoch, 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 Rotationskörpers. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Dichtsegment zumindest zwei in Umfangsrichtung zueinander beabstandete, jeweils als Teil eines Rotationskörpers gleichartige, Befestigungsprofile mit zwischenliegendem Freiraum aufweist.

[0019] Zur Gestaltung des Befestigungsprofils stehen wiederum verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, sofern eine hinreichende Befestigung am Rotor und eine entsprechende Lastübertragung möglich sind. Besonders vorteilhaft kann hierbei ein Tannenbaumprofil oder ein Schwalbenschwanzprofil gewählt werden. Dieses ermöglicht ein Einschieben in eine entsprechende komplementär geformte Nut, wobei durch den radialen Hinterschnitt eine Lastübertragung bei Fliehkraft möglich ist. Eine hierzu vergleichbare Ausführungsform eines Befestigungsprofils ist ebenso möglich, sofern ein radialer Hinterschnitt vorhanden ist und ein Herausgleiten des Befestigungsprofils bei Rotation des Rotors verhindert ist. D.h. das Befestigungsprofil erfordert auch keine Symmetrie hinsichtlich einer Querebene senkrecht zur Rotorachse.

[0020] Weiterhin ist es in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform möglich, das Befestigungsprofil entgegengesetzt zu formen, wobei das Tannenbaumprofil oder das Schwalbenschwanzprofil als Aufnahmeprofil am Rotor gebildet ist und das Befestigungsprofil C-förmig das entsprechende Aufnahmeprofil am Rotor übergreift. Insofern ist im Befestigungsprofil eine radial zur Rotorachse hin öffnende Tannenbaumnut oder eine Schwalbenschwanznut oder dgl. vorhanden.

[0021] Einer vorteilhafte Trennung der Räume beidseitig des Verankerungsabschnitts kann bereits durch die

Anlage des Befestigungsprofil auf gesamter Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung erzielt werden. Insbesondere die Aufteilung des Befestigungsprofils in zwei Abschnitte erschwert jedoch eine Ausführung mit in Umfangsrichtung durchgehender Anlage. Daher ist es - insbesondere bei unterbrochenen Befestigungsabschnitten, aber ebenso bei ununterbrochenem Befestigungsabschnitt - vorteilhaft, wenn am Dichtsegment auf der zur Rotorachse weisenden Seite des Befestigungsprofils in sich in Umfangsrichtung über die gesamte Länge des Dichtsegments erstreckende Dichtungsmaßnahme vorhanden ist, d.h. im Falle einer Unterbrechung des Befestigungsprofils auf der zur Rotorachse weisenden Seite am Verankerungsabschnitt zwischen den zueinander in Umfangsrichtung beabstandeten Befestigungsprofilen fortgeführt wird.

[0022] Hierbei kann es sich in einer ersten Variante um eine sich zur Rotorachse öffnende Dichtnut handeln. In einer zweiten Variante wird am Befestigungsprofil ein sich radial zur Rotorachse erstreckender Dichtsteg angeordnet, welcher in einfacher Ausführung integral am Befestigungsprofil gebildet sein kann. In einer dritten Variante wird ein sich radial erstreckender Dichtsteg eingesetzt, welcher hierbei in der sich radial öffnenden Dichtnut eingesetzt ist.

[0023] Die Dichtungsmaßnahme ist im Falle eines Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzprofil vorteilhaft auf an dessen zur Rotorachse weisenden Unterseite anzuordnen. Im Falle eines C-förmigen Dichtungsprofils ist hierbei die Dichtungsmaßnahme vorteilhaft im Inneren des Dichtungsprofils ebenso zur Rotorachse weisend in dessen Mitte anzuordnen.

[0024] 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.

[0025] In einer alternativen Variante weist der Stützabschnitt eine gewölbte Stützfläche auf. Diese radial auswärts und axial von der Segmentmitte wegweisend gewölbte 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.

[0026] 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.

[0027] Je nach gewählter Montageart des Dichtsegments am Rotor ist es erforderlich, den Stützabschnitt verschiedenartig auszuführen. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn sich der Stützabschnitt 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 vorteilhaft eine Montage am Rotor ermöglicht.

[0028] 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.

[0029] Zur Aufnahme einer Dichtleiste oder eines sich über mehrere oder den gesamten Umfang erstreckenden Kolbenring 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 auf der Oberseite des Stützabschnitts, d.h. auf der radial nach außen weisenden Seite, axial innerhalb des Stützabschnitts senkrecht zur Rotorachse ausgerichtet sein.

[0030] In besonders vorteilhafter Weise stimmt die Teilung der Dichtsegmente mit der Teilung der benachbarten Laufschaufeln zumindest an einer Rotorscheibe, bevorzugt der stromaufwärts liegenden Rotorscheibe, überein. Die Verwendung von Dichtleisten, welche eine übereinstimmende Länge in Umfangsrichtung mit den Dichtsegmenten und den Laufschaufelplattformen besitzen, führt bei einer unter Belastung auftretenden minimalen Verlagerung der Schaufelplattformen, d.h. einem Kippen um eine Achse parallel zur Rotorachse, zu einem unvermindert vollständigen Anliegen der Dichtleisten an der Unterseite der Schaufelplattformen. Somit wird eine optimale Dichtheit erzielt.

[0031] 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.

[0032] Ausgehend vom vorhandenen erfindungsgemäßen Dichtsegment wird die Bildung eines erfindungsgemäßen Rotors möglich, welcher insbesondere bei ei-

ner 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 ringförmiges Aufnahmeprofil vorhanden ist. Zur Bildung des erfindungsgemäßen Rotors werden hierbei entsprechend Dichtsegmente gemäß vorheriger Beschreibung eingesetzt.

[0033] Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Dichtsegmente sowie die Rotorscheiben bzw. der Rotor derartig geformt ist, dass sich zwei getrennte Ringräume beidseitig des Verankerungsabschnitts bilden. Insofern ist 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.

[0034] Je nach Anlage des Befestigungsprofils am Aufnahmeprofil kann eine mehr oder weniger vollständige Trennung des ersten Ringraums vom zweiten Ringraum erreicht werden. Sofern das Befestigungsprofil eine Unterbrechung aufweist oder sonstige Freiräume insbesondere zur leichteren Montage vorhanden sind, so ist es besonders vorteilhaft weitere Dichtungsmaßnahmen in der Verbindung zwischen dem Befestigungsprofil und dem Aufnahmeprofil vorzusehen.

[0035] Hierzu kann in einer ersten Variante im oder am Aufnahmeprofil ein sich in Umfangsrichtung und radial auswärts erstreckender Dichtsteg vorgesehen werden, welcher beispielsweise integral mit dem Aufnahmeprofil gebildet wird. In einer zweiten Variante wird im Aufnahmeprofil eine sich radial auswärts öffnende Dichtnut vorgesehen. Besonders vorteilhaft ist es in einer dritten Variante sowohl im Befestigungsprofil als auch im Aufnahmeprofil eine Dichtnut vorzusehen, wobei ein sich in Umfangsrichtung und radial erstreckender Dichtring in beide entgegen gesetzten Nuten eintaucht. Zur vorteilhaften Abdichtung der beiden Räume kann es aber ebenso hinreichend sein, den Dichtring nur in der Dichtnut im Aufnahmeprofil vorzusehen, welcher aufgrund der Fliehkraft bei Betrieb des Rotors zumindest minimal radial nach außen wandert und am Befestigungsprofil abdichtend zur Anlage kommt.

[0036] Weiterhin weist vorteilhaft der Rotor jeweils an den Schaufelhaltenuten mit Schaufelfüßen befestigte Laufschaufeln auf, welche jeweils eine sich in Umfangsrichtung und axial erstreckende Schaufelplattform aufweisen.

[0037] Zur Abstützung der Dichtsegmente weist weiterhin eine Rotorscheibe oder beide Rotorscheiben jeweils zwischen den Schaufelhaltenuten einen sich 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. Ergänzend oder alternativ ist es hierzu ebenso möglich, die Anlage der Stützflächen der Stützabschnitte an den Laufschaufeln am Schaufelfuß und/oder der Schaufelplattform vorzusehen.

[0038] 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. Besonders 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.

[0039] 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 oder eine Mehrzahl axial laufender im Umfang verteilt angeordneter Aufnahmeprofile vorzusehen.

[0040] Bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei zumindest eine Rotorscheibe auf der zur anderen Rotorscheibe weisenden Seite einen Verbindungsflansch aufweist. Besonders bevorzugt weisen beide benachbarten Rotorscheiben jeweils einen zueinander weisenden Verbindungsflansch auf, wobei dessen Größe und Gestalt unterschiedlich gewählt werden kann.

[0041] In einer ersten Ausführungsform ist vorteilhaft vorgesehen, dass das Aufnahmeprofil an dem Verbindungsflansch bzw. an einem Verbindungsflansch einer der Rotorscheiben angeordnet ist.

[0042] Alternativ ist es ebenso möglich, das Aufnahmeprofil derartig zu realisieren, dass die beiden benachbarten Rotorscheiben mit jeweils zueinander weisendem Verbindungsflansch jeweils hälftig mit einer Profilhälfte das Aufnahmeprofil realisieren, d.h. dass die beiden Profilhälften der beiden benachbarten Verbindungsflansche zusammen das Aufnahmeprofil bilden, und somit die Anbringung der Dichtsegmente mit dem Befestigungsprofil ermöglichen.

[0043] Zur Anbringung der Dichtsegmente am Aufnahmeprofil ist es weiterhin besonders vorteilhaft, insbesondere bei Ausführung des Aufnahmeprofils in Umfangsrichtung, wenn im Aufnahmeprofil zumindest ein Montagefreiraum vorhanden ist. In welcher Richtung sich der Montagefreiraum hierbei erstreckt, d.h. öffnet, ist zunächst unerheblich, sofern das entsprechende Einfügen des Dichtsegments mit dem Befestigungsprofil in den Montagefreiraum und im Folgenden in das Aufnahmeprofil am Rotor ermöglicht ist.

[0044] Hierzu kann sich der Montagefreiraum ausgehend vom Aufnahmeprofil in einer radial auswärts weisenden Richtung und/oder in einer axialen Richtung erstrecken. Dabei ist vorgesehen, dass das Befestigungsprofil zunächst in radialer Richtung bei einer radialen Öff-

nung des Montagefreiraums oder in axialer Richtung bei entsprechender axialer Öffnung des Montagefreiraums in entsprechende radial und axial zutreffende Position hinsichtlich des Aufnahmeprofils positioniert wird, wobei sodann durch ein nachfolgendes Rotieren, d.h. einer Verschiebung in Umfangsrichtung, des Dichtsegments relativ zu den Rotorscheiben eine Einfügung des Befestigungsprofils in das Aufnahmeprofil erfolgt.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] In den nachfolgenden Figuren werden beispielhafte Ausführungsformen für erfindungsgemäße Dichtsegmente sowie Rotoren skizziert. Es zeigen:

- FIG 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen Rotor mit Dichtsegmenten in perspektivischer Ansicht im Halbschnitt;
- 5 FIG 2 die Ausführungsform aus FIG 1 unter Weglassung einer Rotorscheibe;
- FIG 3 ein Dichtsegment zur Ausführung aus FIG 1;
- 10 FIG 4 eine Schnittdarstellung zur Ausführung aus FIG 1;
- FIG 5 ein Detail des Dichtsegments aus FIG 4;
- 15 FIG 6 eine Schnittdarstellung analog FIG 4 mit einer alternativen Ausführungsform eines Dichtsegments;
- FIG 7 ein Detail des Dichtsegments zur FIG 6;
- 20 FIG 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Dichtsegments in einer Darstellung analog FIG 4;
- FIG 9 eine Detaildarstellung zur Ausführungsform des Dichtsegments aus FIG 8;
- 25 FIG 10 ein beispielhaftes Montagewerkzeug in der Montageposition am Dichtsegment;
- 30 FIG 11 das Montagewerkzeug aus FIG 10 in der Freiposition.

[0049] In der FIG 1 wird ein erstes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Rotor sowie ein erfindungsgemäßes Dichtsegment in perspektivischer Ansicht im Halbschnitt dargestellt. Zu erkennen ist die Anordnung mit zwei aufeinanderfolgenden Rotorscheiben 01, welche 01 jeweils am Umfang verteilt eine Mehrzahl an Schaufelhaltenuten 03 aufweisen. In den Schaufelhaltenuten 03 können in bekannter Art und Weise Laufschaufeln mit einem entsprechenden Schaufelfuß befestigt werden. In dieser Darstellung ist vereinfacht die Verbindung zwischen den beiden Rotorscheiben 01 ohne eine Trennung dargestellt. Jedoch ist vorgesehen, dass die beiden Rotorscheiben 01 getrennt hergestellt werden und über eine mechanische Verbindung miteinander verbunden werden. Weiterhin ist zu erkennen, dass zwischen den Rotorscheiben 01 ein Verbindungsflansch 05 angeordnet ist, welcher 05 sich radial auswärts von einem die Rotorscheiben 01 verbindenden Abschnitt erstreckt.

[0050] Am Verbindungssteg 05 sind im Umfang verteilt eine Mehrzahl an Dichtsegmenten 11 befestigt. Des Weiteren grenzen die Dichtsegmente 11 beidseitig an den Rotorscheiben 01 sowie den anzubringenden Laufschaufeln an. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise ein erster Ringraum 08 zwischen der ersten Rotorscheibe 01, dem Verbindungsflansch 05 und dem Dichtsegment

11 sowie gegenüberliegend ein zweiter Ringraum 09 zwischen der zweiten Rotorscheibe 01, dem Verbindungsflansch 05 sowie dem Dichtsegment 11 gebildet. Die geschlossenen Ringräume 08, 09 begünstigen eine vorteilhafte Kühlluftführung im Rotor.

[0051] Hierzu zeigt noch einmal die FIG 2 die Ansicht aus FIG 1 unter Weglassung der vorderen Rotorscheibe 01. Entsprechend wird in FIG 2 lediglich die hintere Rotorscheibe 01 skizziert. Zu erkennen ist wiederum die Anbringung der im Umfang verteilt angeordneten Dichtsegmente 11 mit deren jeweiligen Befestigung am Verbindungsflansch 05. Hierzu weist der Verbindungsflansch 05 ein umlaufendes Befestigungsprofil 06 auf. Um eine Montage der Dichtsegmente 11 am Befestigungsprofil 06 zu ermöglichen ist am Verbindungsflansch 05 ein Montagefreiraum 07 vorgesehen, der das Aufnahmeprofil 06 unterbricht. Somit kann das Dichtsegment 11 bajonettartig montiert werden. Weiterhin ist ansatzweise zu erkennen, dass das Dichtsegment 11 jeweils an gegenüberliegenden Seiten an der Rotorscheibe 01 angrenzend an einem Befestigungsvorsprung 04 der Rotorscheibe 01 anliegt, so dass zusätzlich zur mittleren Befestigung des Dichtsegments 11 am Verbindungsflansch 05 eine weitere Anlage zur Lastübertragung am Befestigungsvorsprung 04 der Rotorscheibe 01 erfolgt.

[0052] In der FIG 3 wird nunmehr ein exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Dichtsegments 11 in perspektivischer Ansicht 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. Der Stützabschnitt 17 weist eine radial auswärts weisende Stützfläche 21 sowie eine axial zu der jeweiligen Rotorscheibe 01 weisende Zentrierfläche 23 auf. In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Stützfläche 21 sowie die Zentrierfläche 23 L-förmig angeordnet sind.

[0053] Um eine Montage des Dichtsegments 11 an der jeweiligen Rotorscheibe 01 zu ermöglichen, ist weiterhin vorgesehen, dass die Stützfläche 21 auf der Länge des Dichtsegments 11 in Umfangsrichtung unterbrochen ist. Daher weisen die Stützabschnitte 17 in diesem Ausführungsbeispiel jeweils zwei Ausnehmungen 18 auf, welche zumindest der Länge der Befestigungsvorsprünge 04 in Umfangsrichtung entsprechen. Dieses ermöglicht ebenso die bajonettartige Montage des Dichtsegments 11 zwischen den Rotorscheiben 01. Weiterhin zu erkennen ist in diesem Ausführungsbeispiel, dass die Stützabschnitte 17 weiterhin einen von der Zentrierfläche 13 in Richtung Segmentmitte 12 beabstandeten Dichtflügel 19 aufweisen. Dieser 19 begünstigt die weitere Abdichtung zu einem ruhenden Statorring, welcher den aus

Dichtsegmenten 11 gebildeten Dichtring umgibt. Weiterhin weist das Dichtsegment 11 eine Mehrzahl sich radial auswärts erstreckenden Dichtrippen 16 auf, welche 16 ebenso eine vorteilhafte Abdichtung gegenüber dem Statorring begünstigen. Die Stützabschnitte 17 weisen jeweils eine sich in Umfangsrichtung erstreckende Aufnahme 20 auf. Vorgesehen ist, dass in der Aufnahme 20 eine Dichtleiste eingelegt wird, welcher zumindest bei Fliehkraft unter einen Kragen der jeweiligen Laufschaufeln zur Anlage kommt und eine vorteilhafte Abdichtung zu den Laufschaufeln ermöglicht.

[0054] 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 diesem Ausführungsbeispiel als eine Verbreiterung des Verankerungsabschnitts 13 gestaltet, so dass dieses 14 in eine T-förmige Aufnahme 20 des Aufnahmeprofils 06 befestigt werden kann. Es ist offensichtlich, dass hierzu der Montagefreiraum 07 beim Aufnahmeprofil 06 des Verbindungsflansches 05 hinreichend groß gestaltet sein muss, so dass das Befestigungsprofil 14 bajonettartig montiert werden kann.

[0055] In FIG 4 wird hierzu nochmals zur Darstellung aus FIG 1 die Anordnung aus zwei benachbarten Rotorscheiben 01 mit zwischenliegendem Dichtsegment 11 im Schnitt skizziert. Zu erkennen sind die Rotorscheiben 01 mit dem sich dazwischen befindenden Verbindungssteg 05 sowie dem Dichtsegment 11. Das Dichtsegment 11 ist hierbei mit dem Befestigungsprofil 14 in dem Aufnahmeprofil 06 an dem Verbindungsflansch 05 gelagert. Zur Ermöglichung der Montage des Dichtsegments 11 weist das Aufnahmeprofil 06 an entsprechender Stelle einen Montagefreiraum 07 auf, so dass das Befestigungsprofil 14 von oben zunächst in den Montagefreiraum 07 und sodann in das Aufnahmeprofil 06 eingeschoben werden kann. Die Rotorscheiben 01 weisen weiterhin an ihrem radial äußeren Ende auf den zueinander weisenden Seiten jeweils einen Befestigungsvorsprung 04 auf, an dem das T-förmige Dichtsegment 11 ebenso zur Anlage kommt.

[0056] Hierzu wird in einer Detailansicht in FIG 5 der Stützabschnitt 17 des Dichtsegments 11 skizziert. Zu erkennen ist wiederum das Ende des Dichtabschnitts 15 an den sich der Stützabschnitt 17 anschließt. Der Stützabschnitt 17 weist hierbei radial auswärts weisend eine Stützfläche 21 zur Abstützung an dem Befestigungsvorsprung 04 auf. Weiterhin weist der Stützabschnitt 17 die Zentrierfläche 23 ebenso zur Anlage am Befestigungsvorsprung 04 auf. Beabstandet zur Zentrierfläche 23 befindet sich am Stützabschnitt 17 ein Dichtflügel 19 sowie unmittelbar angrenzend an die Zentrierfläche 23 eine Aufnahme 20.

[0057] In der nachfolgenden FIG 6 wird ein alternatives Ausführungsbeispiel für ein Dichtsegment 41 sowie die Ausführung der Rotorscheiben 31 analog der Darstellung in FIG 4 im Schnitt skizziert. Zu erkennen ist wie-

derum die benachbarte Anordnung der Rotorscheiben 31 mit einem zwischen diesen 31 liegenden Verbindungsflansch 35. In diesem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Verbindungsflansch 35 mittig geteilt ist und somit von zwei Hälften 35a und 35b jeweils zugehörig zu einer der beiden Rotorscheiben 31 gebildet wird. Am Ende des Verbindungsflansches 35 schließt sich wieder analog vorheriger Ausführung, das Aufnahmeprofil 36 an, wobei in diesem Ausführungsbeispiel das Aufnahmeprofil 36 entsprechend der Trennung der Rotorscheiben 31 von zwei Hälften 36a und 36b gebildet wird und hierbei eine T-förmige Gestalt mit dem Verankerungsabschnitt 35 darstellt. Am radial äußeren Ende der Rotorscheiben 31 befinden sich analog die Befestigungsvorsprünge 34. Im Gegensatz zur vorherigen Ausführungsform in FIG 4 ist in diesem Ausführungsbeispiel des Dichtsegments 41 vorgesehen, dass dieser am Ende des Verankerungsabschnitts 13 ein C-förmiges Befestigungsprofil 44 aufweist, welches das T-förmige Aufnahmeprofil 36 umgreift. Insofern stellt sich diese Ausführungsform als Umkehrung des Beispiels aus FIG 4 dar. Weiterhin ist in Abweichung zum vorherigen Ausführungsform in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass beim Stützabschnitt 47, wie in FIG 7 im Detail dargestellt, die zugehörige Zentrierfläche 53 unmittelbar an der Stirnseite der jeweiligen Rotorscheibe 31 zur Anlage kommt und insofern ein axialer Freiraum zum Befestigungsvorsprung 34 der Rotorscheiben 31 vorhanden ist. Die Abstützung der Fliehkräfte erfolgt analog dem vorherigen Ausführungsbeispiel über die radial auswärts weisende Stützfläche 51.

[0058] In FIG 8 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel analog der Darstellung aus FIG 4 skizziert. In dieser Variante ist abweichend zur Ausführung aus FIG 4 vorgesehen, dass zwischen dem Befestigungsprofil 74 und dem Verbindungsflansch 65 eine Dichtleiste 27 angeordnet ist. Hierzu weist das Aufnahmeprofil 66 am Verbindungsflansch 55 eine radial auswärts weisende Dichtnut 67 auf, in die die ringförmige Dichtleiste 27 eingelegt ist. Diese 27 kann umlaufend ausgeführt sein. Zur vorteilhaften Abdichtung weist das Befestigungsprofil 74 hierzu analog eine Dichtnut 84 auf, in die Dichtleiste 27 eingreift.

[0059] Weiterhin werden in diesem Ausführungsbeispiel - siehe insbesondere FIG 9 - zwei weitere Ausführungsmöglichkeiten zur Gestaltung der Stützabschnitte 77, 78 skizziert. Entsprechend sind nicht mehr getrennte Stütz- und Zentrierflächen vorgesehen, sondern vielmehr eine Stützfläche 81, 82, die 81, 82 sich sowohl radial als auch axial am entsprechend ausgeführten Befestigungsvorsprung 64, 68 abstützen kann.

[0060] Eine erste Lösung sieht hierbei vor, dass die Stützfläche 81 des Stützabschnitts 77 gewölbt ausgeführt wird. Sofern in vorteilhafter Weise die Formgebung der Stützfläche 81 im Schnitt einem Kreisabschnitt entspricht, bleibt eine flächenförmige Anlage des Stützabschnitts 77 am Befestigungsvorsprung 64 auch bei Verformungen des Dichtabschnitts 15 gewährleistet.

[0061] Eine zweite Lösung hierzu offenbart einen

Stützabschnitt 78 mit einer geneigt ausgeführten Stützfläche 82 und entsprechend komplementär gestaltetem Befestigungsvorsprung 68. Die Neigung der Stützfläche 82 ist hierbei derart gewählt, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Rotors mit den dabei auftretenden Fliehkräften unter Berücksichtigung der auftretenden Axial- und Radialkräfte im Wesentlichen ausschließlich Druckkräfte über die geneigte Stützfläche 82 auf den Befestigungsvorsprung 68 übertragen werden.

[0062] In der FIG 10 wird nunmehr ein beispielhaftes Montagewerkzeug 101 schematisch in einer Montageposition am Dichtsegment 11 gezeigt. Zu erkennen ist wiederum das Dichtsegment 11 aus den Figuren 1-5. Die Stützabschnitte 17 am Ende der Dichtabschnitte 15 weisen jeweils eine zum gegenüberliegenden Stützabschnitt 17 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 Anlageelement 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.

[0063] 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, 71) zur Bildung eines Dichttringes 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, 44, 74) 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, 47, 77, 78),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtabschnitte (15) zumindest abschnitts-

weise zwischen Segmentmitte (12) und Stützabschnitt (17,47,77,78) eine zur Rotorachse gewölbte Form aufweisen.

2. Dichtsegment (11,41,71) nach Anspruch 1, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtabschnitte (15), und insbesondere der Verankerungsabschnitt (13), einem Abschnitt eines Rotationskörpers entsprechen. 10
3. Dichtsegment (11,41,71) nach Anspruch 1 oder 2, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Enden der Dichtabschnitte (15) und des Verankerungsabschnitts (13) in Umfangsrichtung jeweils im Wesentlichen mit der Rotorachse in einer Ebene liegen.
4. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass die Formgebung der Dichtabschnitte (15) derart gewählt ist, das Fliehkräfte zu Druckspannungen zumindest in Richtung der Stützabschnitte (17,47,77,78) und gegebenenfalls zur Segmentmitte (12) führen. 25
5. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Abstand der Dichtabschnitte (15) zur Rotorachse kontinuierlich ausgehend von der Segmentmitte (12) zunächst verkleinert und im folgenden bis zu den Stützabschnitten (17,47,77,78) wieder vergrößert; oder 35
dass der Abstand der Dichtabschnitte (15) zur Rotorachse in der Segmentmitte (12) am geringsten ist und sich kontinuierlich bis zu den Stützabschnitten (17,47,77,78) vergrößert.
6. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass auf der nach außen weisenden Seite der Dichtabschnitte (15) Dichtrippen (16), insbesondere zur Bildung einer Labyrinthdichtung, angeordnet sind. 45
7. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das Befestigungsprofil (14,44,74) in Umfangsrichtung erstreckt, wobei insbesondere zumindest zwei in Umfangsrichtung zueinander beabstandete Befestigungsprofile (14,44,74) vorhanden sind.
8. Dichtsegment (11,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 55
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsprofil (14,74) ein Tannen-

baum- oder Schwalbenschwanzprofil oder dergleichen aufweist.

9. Dichtsegment (41) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass das Befestigungsprofil (44) C-förmig ausgeführt ist und eine Tannenbaum- oder Schwalbenschwanznut oder dergleichen bildet.
10. Dichtsegment (71) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass im oder am Befestigungsprofil (74) ein sich radial und in Umfangsrichtung erstreckender Dichtsteg (27) angeordnet ist; und/oder 15
dass im Befestigungsprofil (74) eine sich in Umfangsrichtung erstreckende und sich radial nach innen öffnende Dichtnut (84) angeordnet ist, wobei insbesondere der Dichtsteg (27) in der Dichtnut (84) angeordnet ist.
11. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 25
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stützabschnitt (17,47) eine radial nach außen weisende Stützfläche (21,51) und eine axial von der Segmentmitte (12) wegweisende Zentrierfläche (23,53) aufweist; oder 30
dass der Stützabschnitt (77) eine gewölbte Stützfläche (81) aufweist, welche (81) eine radiale und axiale Abstützung ermöglicht; oder 35
dass der Stützabschnitt (78) eine geneigte Stützfläche (82) aufweist, wobei die Neigung derart gewählt ist, dass bei bestimmungsgemäßen Gebrauch und den hierbei auftretenden Kräften im Wesentliche nur Druckspannungen übertragen werden.
12. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stützabschnitt (17,47,77,78) zumindest eine Ausnehmung (18) aufweist, welche (18) die Stützfläche (21,51,81,82) in Umfangsrichtung in zumindest zwei Teile unterteilt. 45
13. Dichtsegment (11,41,71) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass im Stützabschnitt (17,47,77,78) eine sich radial erstreckende Dichtleiste eingelegt ist; und/oder 55
dass am Stützabschnitt (17,47,77,78) ein von der Stützfläche (21,51,81,82) axial beabstandeter sich radial erstreckender Dichtflügel (19) angeordnet ist.
14. Rotor, insbesondere für eine Gasturbine, mit zumindest zwei Rotorscheiben (01,31,61,62), welche (01,31,61,62) im Umfang verteilt eine Mehrzahl

- Schaufelhaltenuten (03) aufweisen, und mit einer Mehrzahl einen Dichtring bildenden Dichtsegmenten (21,61,81), wobei im Rotor ein ringförmiges Aufnahmeprofil (06,36,66) vorhanden ist, an dem (06,36,66) die Dichtsegmente (11,41,71) mit den Befestigungsprofilen (14,44,74) befestigt sind, **gekennzeichnet durch** eine Ausführung der Dichtsegmente (11,41,71) jeweils nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
15. Rotor nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer ersten Rotorscheibe (01,31,61) und dem aus den Dichtsegmenten (11,41,71) gebildeten Dichtring ein erster Ringraum (08) und zwischen einer zweiten Rotorscheibe (01,31,62) und dem Dichtring ein getrennter zweiter Ringraum (09) vorhanden ist.
16. Rotor nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im oder am Aufnahmeprofil (66) ein sich radial und in Umfangsrichtung erstreckender Dichtsteg (27) angeordnet ist; und/oder **dass** im Aufnahmeprofil (66) eine sich in Umfangsrichtung erstreckende und sich radial nach außen öffnende Dichtnut (84) angeordnet ist, wobei insbesondere der Dichtsteg (27) in der Dichtnut (84) angeordnet ist.
17. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **gekennzeichnet durch** in den Schaufelhaltenuten (03) mit Schaufelfüßen befestigte Laufschaufeln, welche eine sich in Umfangsrichtung und axial erstreckende an den Schaufelfüßen anschließende Schaufelplattform aufweisen.
18. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder beide Rotorscheiben (01,31,61) jeweils zwischen den Schaufelhaltenuten (03) einen sich axial erstreckenden Befestigungsvorsprung (04,34,64,68) aufweisen, wobei der Stützabschnitt (17,47,77,78) zumindest bei Rotation des Rotors am Befestigungsvorsprung (04,34,64,68) zur Anlage kommt.
19. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem über die Rotorscheibe (01,31,61,62) überstehenden Kragen der Schaufelplattform und dem Stützabschnitt (17,47,77,78) ein Dichtspalt gebildet ist; und/oder dass die Dichtleiste zumindest bei Rotation des Rotors an einem über die Rotorscheibe (01,31,61,62) überstehenden Kragen der Schaufelplattform anliegt.
20. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Rotorscheibe (01,61,62) auf der zur anderen Rotorscheibe (01,61,62) weisend Seite einen Verbindungsflansch (05,65) aufweist, an dem (05,65) das Aufnahmeprofil (06,66) angeordnet ist.
21. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorscheiben (31) jeweils einen zueinander weisenden Verbindungsflansch (35a,35b) aufweisen, wobei das Aufnahmeprofil (36) zwei Profilhälften (36a,36b) umfasst, welche (36a,36b) jeweils an einem Verbindungsflansch (35a,35b) angeordnet sind.
22. Rotor nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Aufnahmeprofil (06,36,66) zumindest ein Montagefreiraum (07) vorhanden ist, welcher (07) ein Einfügen des Dichtsegments (11,41,71), insbesondere in radialer Richtung, mit nachfolgender Umfangsverschiebung des Dichtsegments (11,41,71) relativ zu den Rotorscheiben (01,41) ermöglicht.
23. Montagewerkzeug (101) zur Montage eines Dichtsegments (11,41,71) zwischen zwei Rotorscheiben (01,31,61), wobei das Dichtsegment (11,41,71) zumindest einen sich zwischen den Rotorscheiben (01,31,61) erstreckenden Dichtabschnitt (15) aufweist und an den beiden in Richtung der Rotorachse gegenüberliegenden Enden des Dichtsegments (11,41,71) jeweils ein Stützabschnitt (17,47,77,78) angeordnet ist, wobei jeder Stützabschnitt (17,47,77,78) zumindest eine radial hinterschnittige sich zum gegenüberliegenden Stützabschnitt (17,47,77,78) öffnenden Montageausnehmung aufweist, umfassend einen sich zu einem Stützabschnitt (17,47,78) erstreckenden ersten Hebel (103) mit einem an dessen Ende angeordneten ersten Anlageelement (104) und einem sich zum anderen Stützabschnitt (17,47,77) erstreckenden zweiten Hebel (105) mit einem an dessen Ende angeordneten zweiten Anlageelement (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 Anlageelemente (104,106) in der Freiposition zwischen den Stützabschnitten (17,47,77,78) bewegt werden können und in der Montageposition in die zugehörigen Montageausnehmungen eingreifen.
24. Montagewerkzeug (101) nach Anspruch 23, gekennzeichnet zur Verwendung für ein Dichtsegment (11,41,71) nach einer der Ansprüche 1 bis 13.

FIG 1

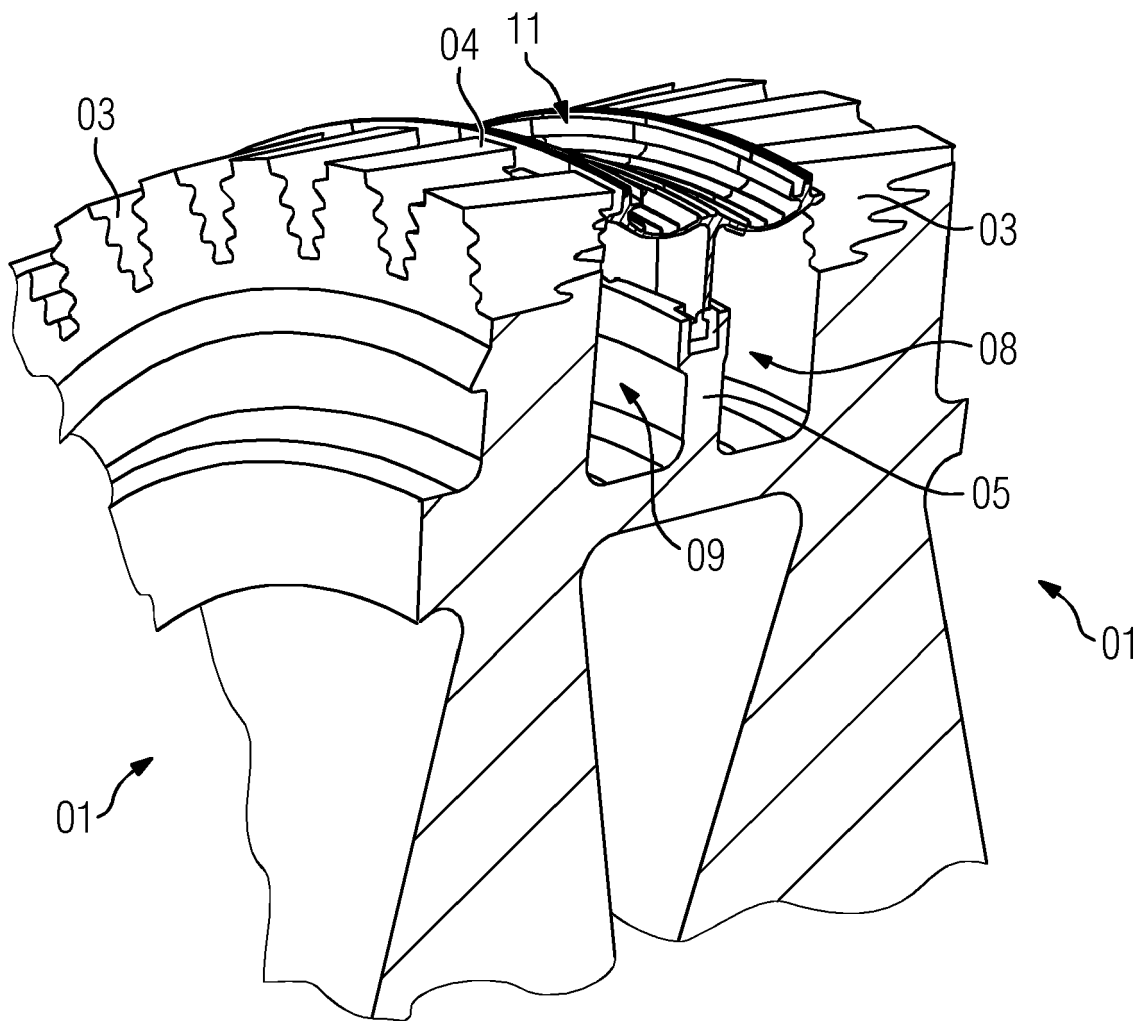


FIG 2

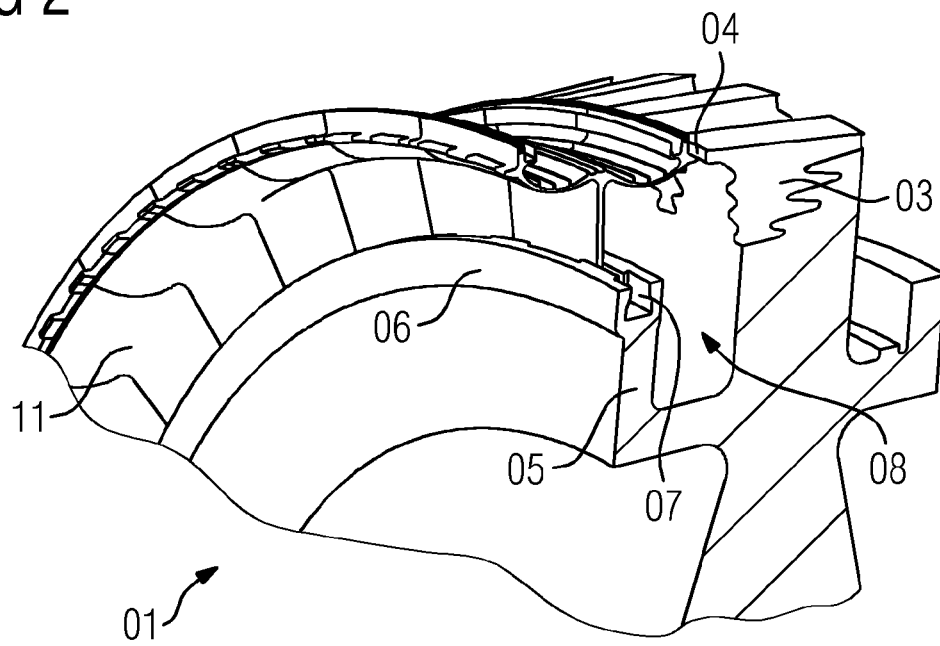


FIG 3

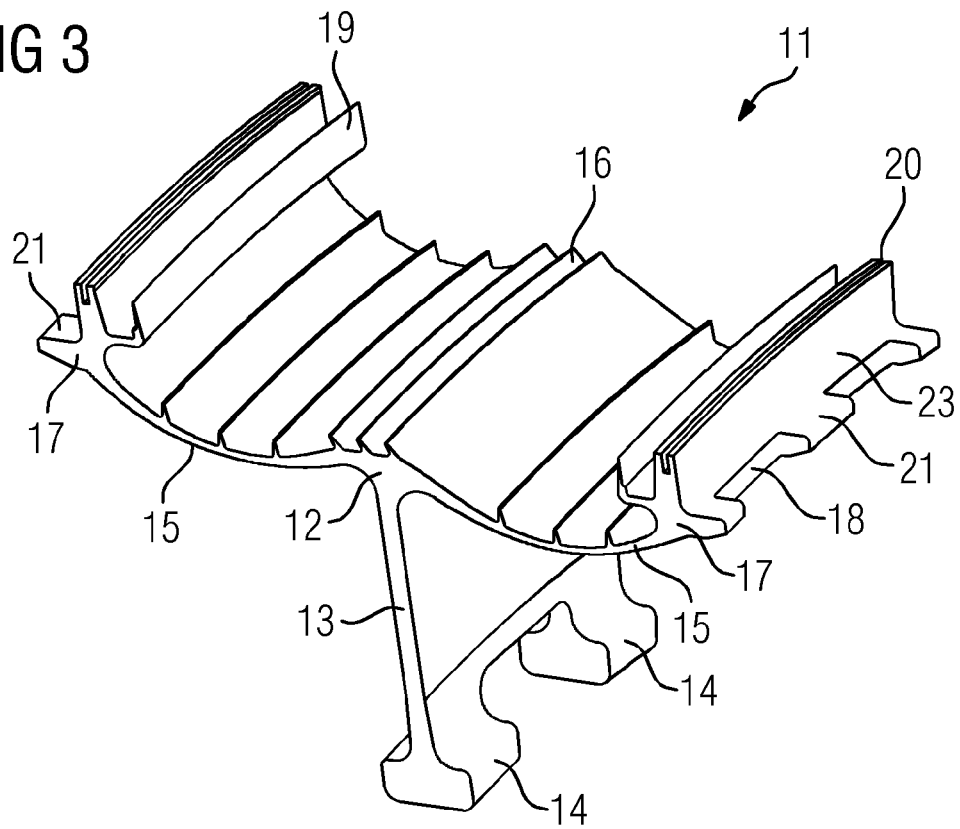


FIG 4

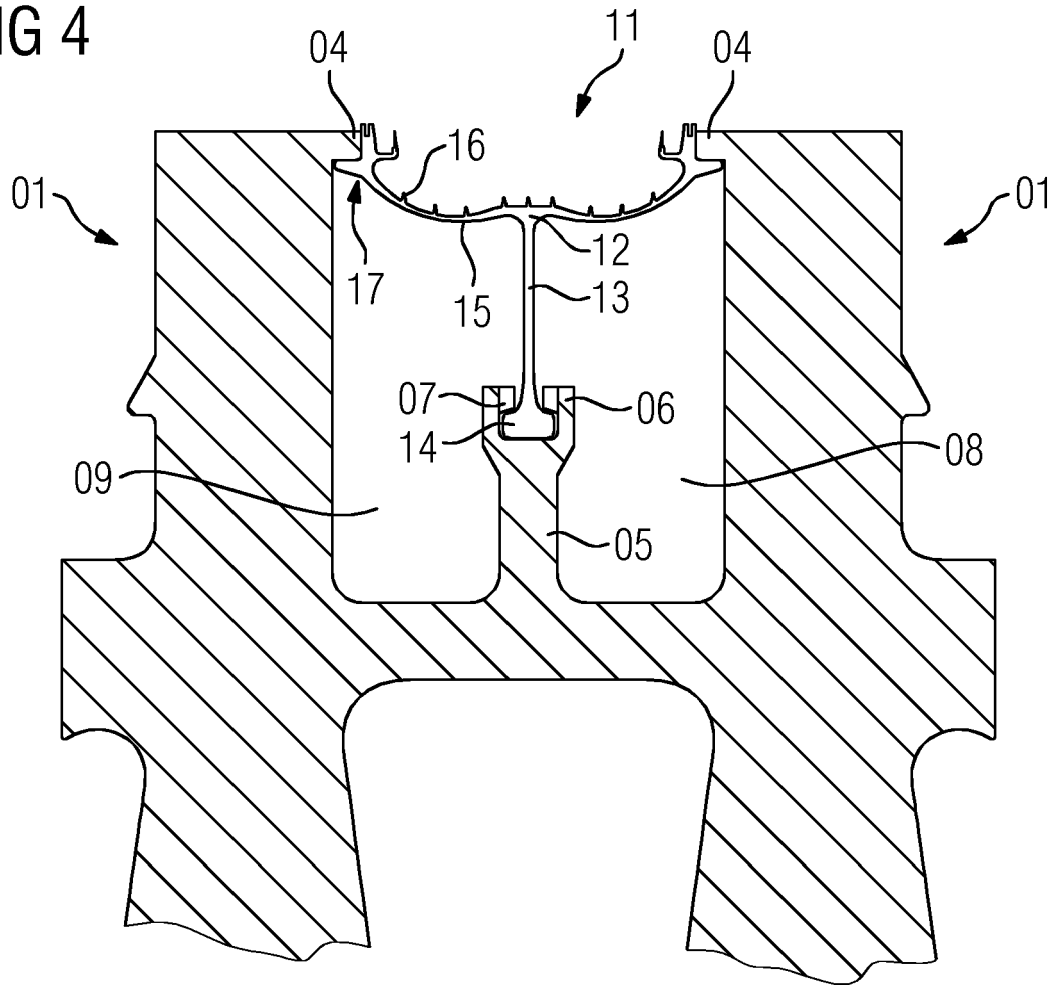


FIG 5

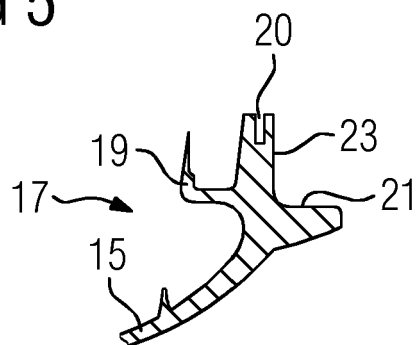


FIG 6

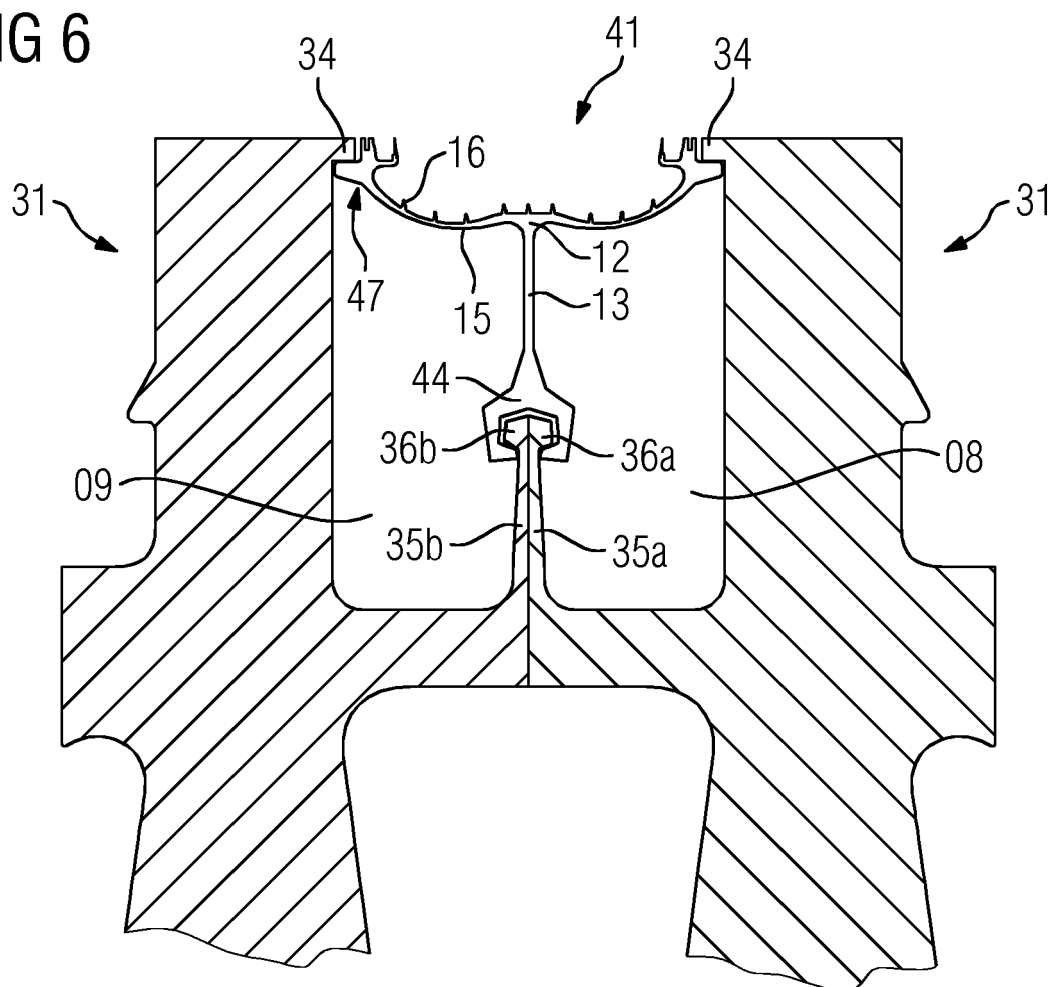


FIG 7

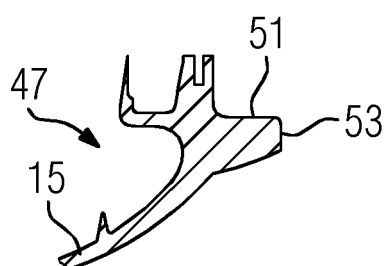


FIG 8

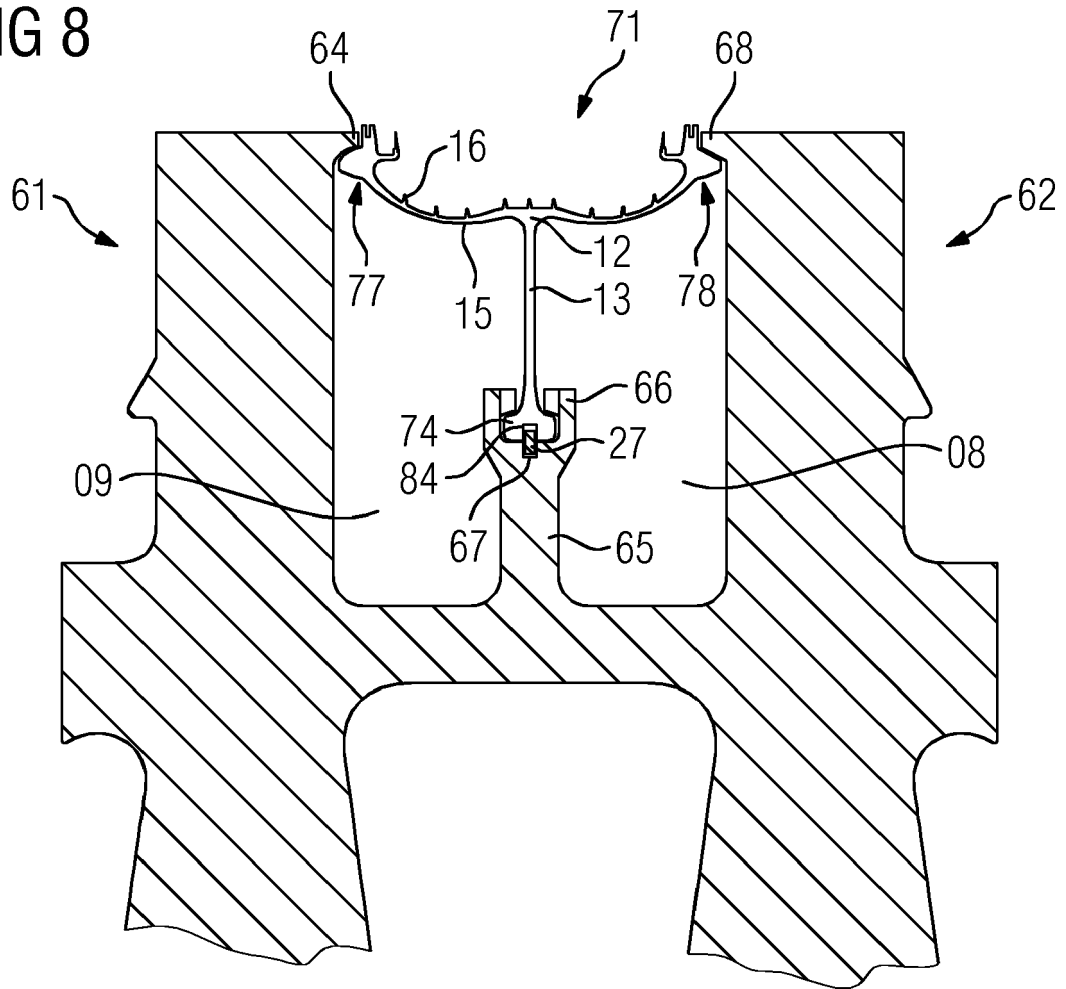


FIG 9

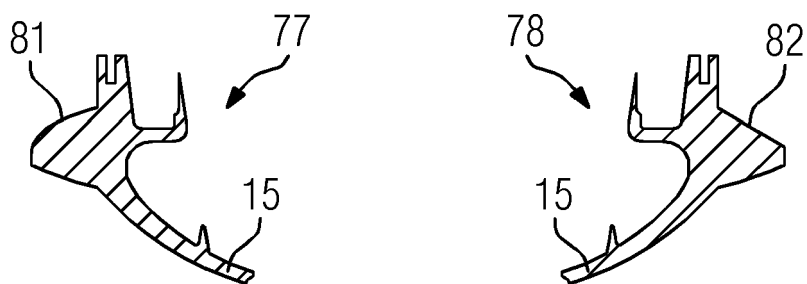


FIG 10

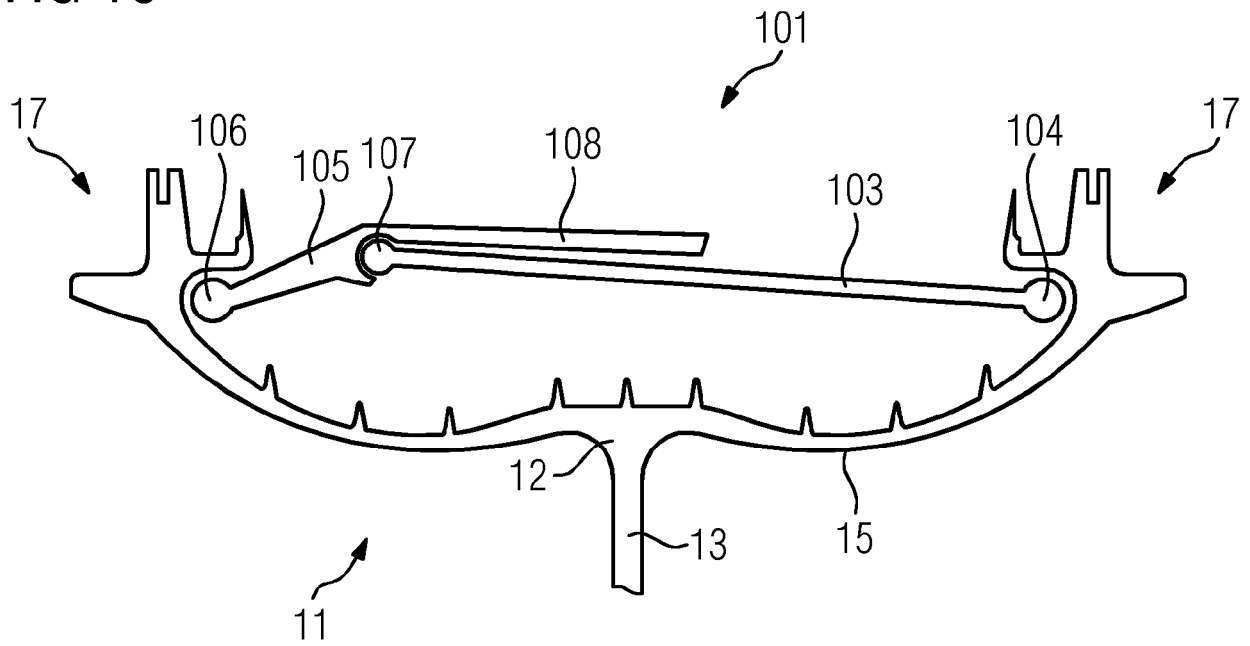
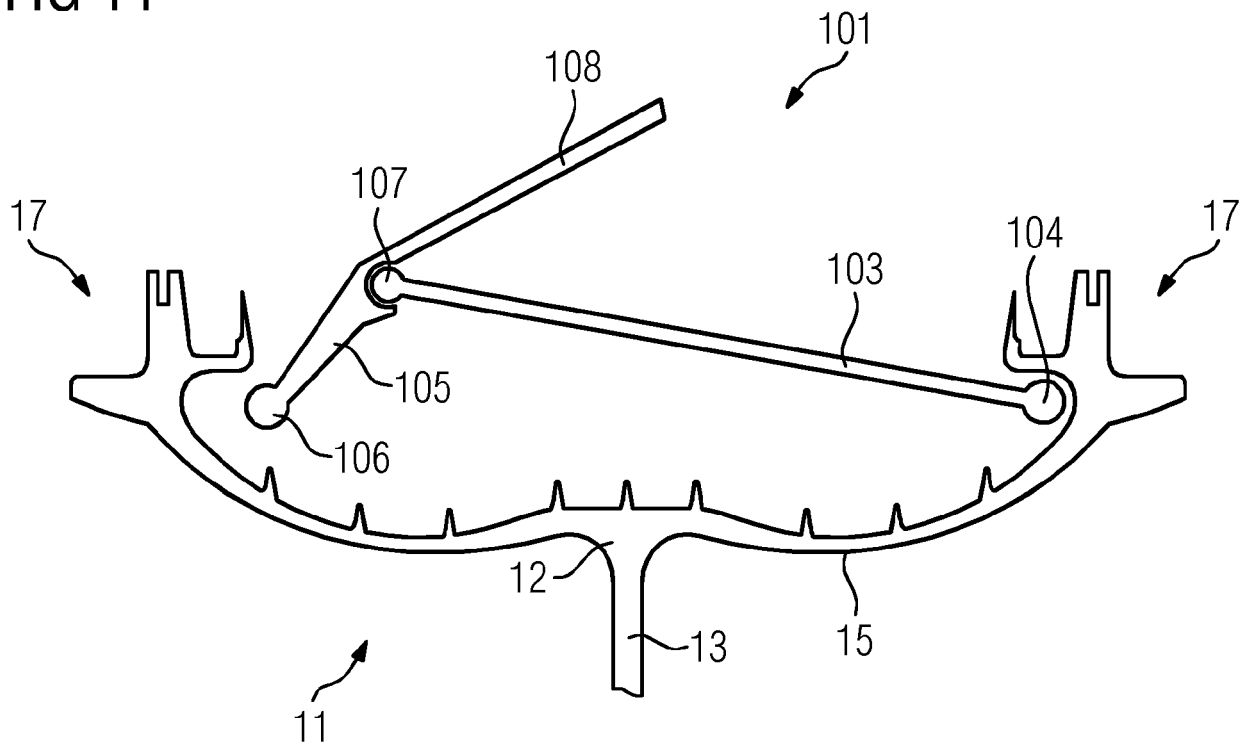


FIG 11





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 19 7271

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	US 5 320 488 A (MEADE ROBERT J [US] ET AL) 14. Juni 1994 (1994-06-14)	1-4,6,7, 11,14, 15, 17-20,22	INV. F01D11/00 F01D25/28
Y	* Abbildungen 1-4 *	5,8 9	
A	-----		
X	US 5 338 154 A (MEADE ROBERT J [US] ET AL) 16. August 1994 (1994-08-16)	1-4,6,7, 11,14, 15, 17-20,22	
	* Abbildungen 1-6 *		

X	US 5 236 302 A (WEISGERBER ROBERT H [US] ET AL) 17. August 1993 (1993-08-17)	1-4,6,7, 11, 13-15, 17-20,22	
	* Abbildungen 1,5,7,8 *		

X	US 2012/051917 A1 (WINES DANIEL EDWARD [US] ET AL) 1. März 2012 (2012-03-01)	1-4,6, 11,14, 15,17, 18,20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Abbildungen 1,2 *		F01D F16J B25B

Y	US 2013/315708 A1 (RENDON JACOB ROMEO [US]) 28. November 2013 (2013-11-28) * Abbildung 2 *	5	

Y	EP 1 898 054 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 12. März 2008 (2008-03-12) * Abbildung 1 *	8	

A	FR 3 009 336 B1 (SNECMA [FR]) 4. September 2015 (2015-09-04) * Abbildungen 4,5 *	20	

	-/--		
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 03/82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 19 7271

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	EP 1 079 070 A2 (ASEA BROWN BOVERI [CH]) 28. Februar 2001 (2001-02-28) * Abbildung 2 *	21	
A	EP 2 208 860 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 21. Juli 2010 (2010-07-21) * Abbildung 1 *	8,20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
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 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 03/82 (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:

1-22

☐ 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 7271

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: 1-22

Dichtsegment mit einem radial erstreckenden Verankerungsabschnitt und zwei axial seitlich erstreckenden Dichtabschnitten, wobei die Dichtabschnitte eine zur Rotorachse gewölbte Form aufweisen und wobei sich der Abstand der Dichtabschnitte zur Rotorachse zunächst verkleinert und im folgenden bis zu den Stützabschnitten wieder vergrößert; Rotor gekennzeichnet durch eine Ausführung des Dichtsegmentes.

2. Ansprüche: 23, 24

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 7271

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
	US 5320488 A	14-06-1994	KEINE	
	US 5338154 A	16-08-1994	KEINE	
15	US 5236302 A	17-08-1993	KEINE	
	US 2012051917 A1	01-03-2012	CA 2812972 A1	08-03-2012
			EP 2611989 A1	10-07-2013
20			JP 5860466 B2	16-02-2016
			JP 2013536910 A	26-09-2013
			US 2012051917 A1	01-03-2012
			WO 2012030422 A1	08-03-2012
	US 2013315708 A1	28-11-2013	CA 2874442 A1	27-02-2014
25			CN 104395559 A	04-03-2015
			EP 2877707 A2	03-06-2015
			JP 2015517630 A	22-06-2015
			US 2013315708 A1	28-11-2013
			WO 2014031196 A2	27-02-2014
30	EP 1898054 A1	12-03-2008	EP 1898054 A1	12-03-2008
			US 2008050233 A1	28-02-2008
	FR 3009336 B1	04-09-2015	KEINE	
35	EP 1079070 A2	28-02-2001	DE 19940525 A1	01-03-2001
			EP 1079070 A2	28-02-2001
	EP 2208860 A2	21-07-2010	CN 101845996 A	29-09-2010
40			EP 2208860 A2	21-07-2010
			JP 5491874 B2	14-05-2014
			JP 2010164054 A	29-07-2010
			US 2010178160 A1	15-07-2010

EPO FORM P0461

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