

(19)



(11)

**EP 3 208 426 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**30.04.2025 Patentblatt 2025/18**

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

(21) Anmeldenummer: **16203029.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F01D 9/04; F01D 9/042; F01D 11/001;**  
**F01D 11/005; F01D 25/243**

(22) Anmeldetag: **08.12.2016**

(54) **LEITSCHAUFELSEGMENT FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

GUIDE BLADE FORMATION FOR A FLOW MACHINE

SEGMENT D'AUBE DIRECTRICE POUR TURBOMACHINE

(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**

(72) Erfinder:  
• **Schlemmer, Markus**  
**84048 Mainburg / Sandelzhausen (DE)**  
• **Feldmann, Manfred**  
**82223 Eichenau (DE)**  
• **Stanka, Rudolf**  
**84431 Rattenkirchen (DE)**  
• **Thiele, Oliver**  
**85221 Dachau (DE)**

(30) Priorität: **18.02.2016 DE 102016202519**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.08.2017 Patentblatt 2017/34**

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**  
**80995 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 696 039 EP-A1- 2 722 486**  
**EP-A2- 2 559 849 EP-A2- 2 811 117**  
**FR-A1- 2 979 662**

**EP 3 208 426 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Leitschaufelement für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk. Weitere Aspekte der Erfindung betreffen ein Leitschaufelsegment mit einem derartigen Leitschaufelement, einen Leitschaufelring mit zumindest einem Leitschaufelsegment und eine Strömungsmaschine.

**[0002]** Bei der Herstellung von Strömungsmaschinen ist es bekannt, Leitschaufelringe aus einer Mehrzahl von Leitschaufelsegmenten zusammensetzen. Derartige Leitschaufelringe dienen zur Ausrichtung eines beim Betrieb von Strömungsmaschinen durch diese strömenden Mediums (Arbeitsmediums). Mittels der Leitschaufelringe kann bei der Ausrichtung zumindest ein Teil der kinetischen Energie des strömenden Mediums in eine Drallenergie umgewandelt werden. Diese Drallenergie kann genutzt werden, um ein an den Leitschaufelring anschließendes Laufrad zu bewegen (anzutreiben) und dadurch eine mit dem Laufrad verbundene Antriebswelle der Strömungsmaschine in eine Rotationsbewegung zu versetzen. Um Strömungsmaschinen bei einem möglichst großen Wirkungsgrad zu betreiben, ist es sinnvoll, etwaige Spalte - beispielsweise zwischen dem Leitschaufelring und einem daran in einer radialen Erstreckungsrichtung angrenzenden Wellengehäuseteil - möglichst klein zu halten. Dadurch kann eine ungewollte Fluidleckage des Mediums zumindest weitgehend unterbunden werden.

**[0003]** Aus der EP 2 696 039 A1 ist eine Gasturbinenstufe bekannt, welche an einem Leitschaufel Fuß ein durch eine Speichenzentrierung gelagertes Dichtringelement aufweist. Diese Speichenzentrierung weist eine Innenwand und eine diese aufnehmende Umfangsnut auf. Die Innenwand weist eine, einer Nutinnenfläche der Umfangsnut zugewandte Stirnfläche sowie eine dieser benachbarte, gegen diese abgewinkelte Flanke auf. Zwischen der Stirnfläche und der Flanke ist eine Verrundung als Radius ausgebildet. Kommt es beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Gasturbinenstufe zu einer Anlage der in Durchströmungsrichtung vorderen Stirnfläche an der Nutinnenfläche reduziert dieser Radius die Spannungsbelastung und den Verschleiß.

**[0004]** Die EP 2 722 486 A1 zeigt einen Fischmaul-Dichtungsträger für eine Leitschaufelanordnung einer Gasturbine. Der Fischmaul-Dichtungsträger weist ein Kastenprofil mit zwei Axialschenkeln und zwei Radialschenkeln sowie ein Dichtungselement, welches an einem der Axialschenkel angeordnet ist, auf. An dem Kastenprofil ist ein integral ausgebildeter Axialflansch zur Bildung einer Fischmauldichtung vorgesehen.

**[0005]** Aus der EP 2 551 454 A2 ist eine Niederdruckturbine bekannt, welche eine Mehrzahl von Statorstufen aufweist. An jeweiligen radialen Enden der Statorstufen sind Wabenstrukturen angeordnet, um mit radial diesen gegenüberliegenden Labyrinthdichtungen an einem Wellengehäuse eine Dichtstelle mit geringer Fluidleckage zu bilden.

**[0006]** Des Weiteren zeigt die US 4 194 869 einen Leitschaufelcluster mit Befestigungsmitteln zur Lagesicherung des Leitschaufelclusters in einer Gasturbine. Durch die Lagesicherung kann ein etwaiges Umströmen des Leitschaufelclusters an unerwünschten Stellen verringert werden. Aus der EP 2 559 849 A2 ist ein Leitschaufelsegment für eine Strömungsmaschine bekannt. Dabei weist das Leitschaufelsegment mindestens ein Leitschaufelement mit einem Flansch und einem davon abragenden Positioniermittel auf. Eine Teilfläche des Positioniermittels ist dabei gegenüber einer Stützfläche des Flansches abgeschragt ausgebildet. Ein radial außenliegender Bereich des Positioniermittels liegt an einem Dichtungsträger des Leitschaufelsegments an.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Leitschaufelement, ein Leitschaufelsegment, einen Leitschaufelring, sowie eine Strömungsmaschine der eingangs genannten Art zu verbessern, so dass diese Komponenten auch bei starker Beanspruchung eine hohe Dichtigkeit gegenüber einer Fluidleckage aufweisen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch ein Leitschaufelement mit den Merkmalen von Patentanspruch 1, durch ein Leitschaufelsegment mit den Merkmalen von Patentanspruch 2, durch einen Leitschaufelring gemäß Patentanspruch 4 sowie durch eine Strömungsmaschine gemäß Patentanspruch 5 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung umfasst ein Leitschaufelement nach Patentanspruch 1 für ein Leitschaufelsegment sowie ein Leitschaufelsegment mit dem erfindungsgemäßen Leitschaufelement und mit einem Dichtungsträger nach Patentanspruch 2.

**[0010]** Gemäß der Erfindung grenzt in einem Übergang von dem Flansch zu dem Positioniermittel eine Teilfläche des Positioniermittels an den Flansch an und jeweilige Flächennormalen der Stützfläche und der Teilfläche schließen einen von einem Nullwinkel verschiedenen Winkel miteinander ein, wobei die Teilfläche derart ausgebildet ist, dass sie mit dem Dichtungsträger nicht in Kontakt kommt. Dies hat den Vorteil, dass die Dichtigkeit zwischen dem Dichtungsträger und dem Flansch verbessert wird, da die Fläche (Stützfläche), an welcher der Dichtungsträger abgestützt ist, im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Systemen kleiner ist und somit eine höhere Flächenpressung zwischen dem Dichtungsträger und der Dichtfläche erfolgt. Des Weiteren kann ein relatives Verkippen des Dichtungsträgers an dem Positioniermittel und ein damit einhergehendes Abheben des Dichtungsträgers von der Stützfläche auch bei großen Belastungen unterbunden werden. Der Dichtungsträger kann beispielsweise als einteiliger, ringförmiger Dichtungsträger ausgebildet sein.

**[0011]** Der Übergang von dem Flansch zu dem Positioniermittel kann beispielsweise als eine gerade Linie oder als gebogene Linie ausgebildet sein, an welcher der Flansch und die Teilfläche aneinander angrenzen kön-

nen. Der Übergang kann auch als Kante, beispielsweise mit einer Kantenverrundung, ausgebildet sein, an welcher der Flansch und die Teilfläche aneinander angrenzen. Mit dem Einschließen eines von einem Nullwinkel verschiedenen Winkels durch die jeweiligen Flächennormalen der Stützfläche und der Teilfläche geht einher, dass die Teilfläche zumindest bereichsweise gegenüber der Stützfläche versetzt ist. Dementsprechend ist beim bestimmungsgemäßen Einsatz des Leitschau felsegmentes als Bauteil einer Strömungsmaschine die Teilfläche in einer Hauptströmungsrichtung eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums gegenüber der Stützfläche zurückversetzt und/oder abgeschrägt. Die Teilfläche und die Stützfläche können dabei auch zumindest einen Teil eines Absatzes an dem Flansch bilden. Dadurch kann die Stützfläche als radial an dem Flansch umlaufende Dichtfläche ausgestaltet sein, gegenüber welcher die Teilfläche zurückversetzt und/oder abgeschrägt ist. Dies ist von Vorteil, da der Dichtungsträger, welcher auch als SIAS (Static Inner Air Seal) bezeichnet werden kann lediglich auf der Stützfläche anliegt und nicht - wie aus dem Stand der Technik bekannt - zusätzlich auf dem Positioniermittel, wodurch eine bessere Dichtwirkung zwischen der Stützfläche und dem Dichtungsträger erzielt werden kann. Bei einer Belastung des Dichtungsträgers infolge des Betriebs der Strömungsmaschine kann damit wirksam unterbunden werden, dass der Dichtungsträger um eine Auflagestelle an dem Positioniermittel kippt und damit von der Stützfläche abhebt, wodurch es zu Fluidleckage kommen kann. Durch die gegenüber der Stützfläche abgeschrägte und/oder zurückversetzte Teilfläche des Positioniermittels wird sichergestellt, dass selbst bei einer belastungsbedingten Relativbewegung zwischen dem SIAS und dem Leitschau felement kein Abheben des SIAS von der Stützfläche erfolgt, zumal sich das SIAS nicht in unvorteilhafter Weise an dem Positioniermittel abstützen kann. Somit wird im Gegensatz zu aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen ein Kippen des SIAS um das Positioniermittel ausgeschlossen und im - Gegensatz zu aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen - auch bei starker Beanspruchung eine hohe Dichtigkeit gegenüber einer Fluidleckage erzielt.

**[0012]** Das Leitschau felsegment, welchen ein erfindungsgemäßes Leitschau felement und einen Dichtungsträger umfasst, kann einem Teil eines Leitschau felrings entsprechen, und beispielsweise als Leitschau felringsegment ausgebildet sein. Dementsprechend kann das Leitschau felsegment beispielsweise als ein Drittel und somit als 120°-Segment eines derartigen Leitschau felrings gestaltet sein. Das Leitschau felsegment kann zusätzlich zu dem Flansch und dem Positioniermittel beispielsweise ein radial inneres Deckbandsegment, ein Leitschau felblatt oder mehrere Leitschau felblätter, sowie ein radial äußeres Deckbandsegment umfassen. Der Dichtungsträger kann an einem radialen Ende ein Dichtelement, beispielsweise in Form einer Bürstendichtung oder einer Honigwabendichtung auf-

weisen. Durch ein derartiges Dichtelement kann bei einem bestimmungsgemäßen Einsatz des Leitschau felsegments in der Strömungsmaschine eine unerwünschte Fluidleckage zwischen dem Dichtelement und beispielsweise einem Gehäusebereich einer Antriebswelle der Strömungsmaschine zumindest verringert werden. Die Stützfläche kann als Dichtfläche ausgebildet sein, um eine Fluidleckage zwischen dem Flansch und dem Dichtungsträger zu verringern. Bei der Anordnung des Dichtungsträgers an dem Flansch greift das Positioniermittel in die umlaufende radiale Nut des Dichtungsträgers ein. Dies ist von Vorteil, da durch die Nut ein zumindest bereichsweises Umgreifen des Flansches und des Positioniermittels bei der Anordnung des Dichtungsträgers ermöglicht ist. Dadurch werden etwaige Bewegungsfreiheitsgrade zwischen dem Dichtungsträger und dem Leitschau felement auf einfache Weise eingeschränkt. Der Dichtungsträger kann des Weiteren mittels eines Fixierelements, welches beispielsweise als Bolzen ausgebildet sein kann, an dem Flansch und damit an dem Leitschau felement festgelegt werden.

**[0013]** Dabei ist die Stützfläche als Ringflächensegment ausgebildet. Dabei kann die Stützfläche mittels eines Kreisbogens begrenzt sein oder bereichsweise statt mittels eines Kreisbogens beispielsweise mittels einer geraden Strecke begrenzt sein. Dadurch kann eine besonders gleichmäßige Flächenpressung zwischen dem Dichtungsträger und der Stützfläche erzielt werden. Dies hat den Vorteil, dass auch bei dynamischen Belastungen des Dichtungsträgers eine gleichmäßige Dichtwirkung an der Stützfläche erzielt werden kann.

**[0014]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Positioniermittel einteilig mit dem Flansch verbunden. Dadurch sind weniger Einzelteile für den Aufbau des Leitschau felements nötig. Dies ist von Vorteil, da das Leitschau felsegment somit unter besonders geringem Montageaufwand hergestellt werden kann.

**[0015]** Die gabelförmige Anordnung der Positionierdorne kann auch als Speichenzentrierung bezeichnet werden. Durch die gabelförmige Ausgestaltung kann eine etwaige Drehung des Dichtungsträgers um die zwei Positionierdorne unterbunden werden. Somit kann auf einfache Weise ein weiterer Bewegungsfreiheitsgrad des Dichtungsträgers eingeschränkt werden.

**[0016]** Durch ein erfindungsgemäßes Leitschau felement wird eine besonders hohe Dichtwirkung zwischen der Stützfläche und einem an dieser abgestützten Dichtungsträger erzielt.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung umfasst zudem einen Leitschau felring, umfassend zumindest ein erfindungsgemäßes Leitschau felsegment. Der Leitschau felring kann beispielsweise aus drei 120°-Leitschau felsegmenten zusammengesetzt sein. Ein derartiger Leitschau felring trägt auf verbesserte Weise zur Verringerung von Fluidleckage bei.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung umfasst schließlich auch eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flug-

triebwerk, mit zumindest einem erfindungsgemäßen Leitschaukelsegment und zusätzlich oder alternativ mit zumindest einem erfindungsgemäßen Leitschaufelement und zusätzlich oder alternativ mit zumindest einem Leitschaufering. Eine derartige Strömungsmaschine kann unter einer verringerten Fluidleckage und damit bei einem besonders hohen Wirkungsgrad betrieben werden.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Strömungsmaschine eine Turbine und die Stützfläche des Flansches ist einer Hauptströmungsrichtung eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums zugewandt. Dies ist von Vorteil, da bei etwaigen Belastungen des an dem Flansch angeordneten Dichtungsträgers infolge einer Anströmung durch das Arbeitsmedium ein etwaiges Abheben des Dichtungsträgers von der Stützfläche zumindest weitgehend unterbunden werden kann. Der Dichtungsträger liegt somit auch bei dessen Belastung flächig auf der Stützfläche auf, wodurch eine Fluidleckage zwischen dem Dichtungsträger und der Stützfläche verringert oder sogar unterbunden werden kann.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Strömungsmaschine ein Verdichter und die Stützfläche des Flansches ist einer Hauptströmungsrichtung eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums abgewandt. Dadurch kann auch bei einem Verdichter ein etwaiges Abheben des Dichtungsträgers von der Stützfläche zumindest weitgehend unterbunden werden.

**[0021]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in den Ausführungsbeispielen genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Perspektivansicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Leitschaukelsegments;

Fig. 2a eine Perspektivansicht einer ausschnittsweise dargestellten und für die Erfindung beispielhaften Ausführungsform eines Leitschaufelements;

Fig. 2b eine Seitenansicht auf einen Teilbereich des in Fig. 2a gezeigten Leitschaufelements, auf welchen ein Dichtungsträger aufgeschoben wird;

Fig. 3 eine Seitenansicht auf einen Teilbereich einer weiteren Ausführungsform des Leitschaufelements, bei welcher eine Teilfläche eines

Positioniermittels des Leitschaufelements eine Wölbung aufweist und unmittelbar an die Stützfläche des Flansches anschließt;

5 Fig. 4a eine Seitenansicht auf einen Teilbereich einer weiteren Ausführungsform des Leitschaufelements, bei welcher der Flansch und das Positioniermittel einen Absatz bilden; und

10 Fig. 4b eine Detailansicht eines in Fig. 4a gestrichelt umrandeten Bereichs.

**[0022]** Fig. 1 zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Leitschaukelsegment 50, für eine Strömungsmaschine. Das Leitschaukelsegment 50 weist an einem Dichtbereich 52 eine ebene Dichtfläche 54 auf, an welcher eine hier nicht weiter gezeigte Radialdichtung in Anlage gebracht werden kann. Des Weiteren weist das Leitschaukelsegment 50 eine gezackte Zentrierung 56 für die Radialdichtung auf. Die Dichtfläche 54 erstreckt sich vorliegend über einen besonders großen, in Fig. 1 schraffierten Bereich, welcher auch einen Teilflächenbereich einzelner Zentrierelemente der gezackten Zentrierung 56 umfasst. Die Dichtfläche 54 erstreckt sich dabei bis zu einer linienförmigen Anlage 57 der Zentrierung 56. Die Anlage 57 erstreckt sich dabei über zwei gabelförmig zueinander angeordnete Zentrierstreben 58 der Zentrierung 56. Die Anlage 57 kann auch als Auflagestelle an einem Randbereich der Dichtfläche 54 bezeichnet werden. Aufgrund der Erstreckung der Dichtfläche 54 auf die Zentrierstreben 58 und damit auf Bereiche der Zentrierung 56 kann es zu erhöhter Fluidleckage zwischen der Dichtfläche 54 und der Radialdichtung kommen, wenn die Dichtfläche 54 und die Radialdichtung durch betriebsbedingte Belastungen in einem ungünstigen Winkel zueinander stehen. Dies ist damit zu begründen, dass es zu einem Kippen der Radialdichtung um die Anlage 57 auf der Zentrierung infolge betriebsbedingter Verformungen kommt. Eine Folge davon ist ein Abheben der Radialdichtung von der Dichtfläche 54 und eine Fluidleckage insbesondere in einem Aussparungsbereich 59 zwischen den Zentrierstreben 58, zumal sich die Dichtfläche 54 bereichsweise um diesen Aussparungsbereich 59 herum erstreckt.

45 **[0023]** In Fig. 2a ist ein Leitschaufelement 12 dargestellt, welches in Fig. 2b in einer Seitenansicht gemäß einer in Fig. 2a durch einen Pfeil verdeutlichten Ansichtsrichtung A zusammen mit einem Dichtungsträger 30 gezeigt ist.

50 **[0024]** Das Leitschaufelement 12 und der Dichtungsträger 30 gehören zu einem in Fig. 2b ausschnittsweise dargestellten Leitschaukelsegment 10 für eine hier nicht weiter dargestellte Strömungsmaschine, welche beispielsweise als Flugtriebwerk ausgebildet sein kann. Das Leitschaukelsegment 10 umfasst also das Leitschaufelement 12 und den Dichtungsträger 30. Ein hier nicht weiter gezeigter Leitschaufering kann aus mehreren, derartigen Leitschaukelsegmenten 10 zusammen-

gesetzt und in der Strömungsmaschine eingesetzt werden.

**[0025]** Das Leitschaufelelement 12 umfasst vorliegend mindestens ein Schaufelblatt 36, ein radial inneres Deckbandsegment 34, und ein hier nicht weiter gezeigtes, radial äußeres Deckbandsegment.

**[0026]** Die beiden Deckbandsegmente schließen an zueinander gegenüberliegenden Seiten des mindestens einen Schaufelblatts 36 an dieses an. Des Weiteren umfasst das Leitschaufelelement 12 einen in einer radialen Erstreckungsrichtung R des Leitschaufelelements 12 ausgebildeten Flansch 14 und zumindest ein in der radialen Erstreckungsrichtung R von dem Flansch 14 abragendes Positioniermittel 18. Das Positioniermittel 18 ist vorliegend einteilig mit dem Flansch 14 verbunden.

**[0027]** Das Leitschaufelsegment wird in Fig. 2b entlang einer Montagerichtung M auf den vorliegend ringförmigen Dichtungsträger 30 aufgeschoben, so dass der Dichtungsträger 30 und der Flansch 14 aneinander anliegen. Mittels des Positioniermittels 18 werden der Dichtungsträger 30 und das Leitschaufelelement 12 relativ zueinander ausgerichtet. Der Flansch 14 weist eine Stützfläche 16 auf, an welcher der Dichtungsträger 30 in dessen Anlage an dem Flansch 14 abgestützt ist. Die Stützfläche 16 des Flansches 14 ist einer Hauptströmungsrichtung H eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums zugewandt, sofern die Strömungsmaschine als Turbine ausgestaltet ist. Bei einer als Verdichter ausgestalteten Strömungsmaschine wäre hingegen die Stützfläche 16 des Flansches 14 der Hauptströmungsrichtung H abgewandt.

**[0028]** Die Stützfläche 16 dient als Dichtfläche, mit welcher der Dichtungsträger 30 in dessen Anordnung und Abstützung an dem Flansch 14 einen Dichtsitz bildet. Die Stützfläche 16 ist vorliegend als Ringflächensegment ausgebildet. Dabei kann die Stützfläche mittels eines Kreisbogens begrenzt sein oder bereichsweise statt mittels eines Kreisbogens beispielsweise mittels einer geraden Strecke begrenzt sein. Damit ist insbesondere umfasst, dass die Stützfläche 16 in der radialen Erstreckungsrichtung R auch durch einen beispielsweise als gerade Linie ausgebildeten Übergang 19 begrenzt sein kann und dementsprechend an einer solchen Begrenzungsstelle keine umlaufende radiale Verrundung aufweist und geringfügig von einer Ringsegmentgestalt abweicht.

**[0029]** In dem Übergang 19 von dem Flansch 14 zu dem Positioniermittel 18 grenzt eine Teilfläche 20 des Positioniermittels 18 an den Flansch 14 an, wobei jeweilige Flächennormalen 17, 21 der Stützfläche 16 und der Teilfläche 20 einen von einem Nullwinkel verschiedenen Winkel  $\alpha$  miteinander einschließen. Die erste Flächennormale 17 ist dabei der Stützfläche 16 zugeordnet, wohingegen die zweite Flächennormale 21 der Teilfläche 20 zugeordnet ist.

**[0030]** Der Dichtungsträger 30 weist vorliegend eine umlaufende radiale Nut 32 auf, mit welcher das Position-

iermittel 18 in der Anordnung des Dichtungsträgers 30 an dem Flansch 14 in Eingriff ist. An einem Ende des Dichtungsträgers 30 ist ein beispielsweise als Bürstendichtung oder Honigwabendichtung ausgebildetes Dichtelement 31 angeordnet.

**[0031]** Mittels eines in Fig. 2b gezeigten Fixierelements, welches vorliegend als Bolzen 28 ausgebildet ist, kann der Dichtungsträger 30 an dem Flansch 14 festgelegt werden, sobald der Dichtungsträger 30 mit der Stützfläche 16 in Anlage gebracht ist. Das Positioniermittel 18 weist vorliegend zwei gabelförmig zueinander angeordnete Positionierdorne 22, 24 auf, welche in der Anordnung des Dichtungsträgers 30 an dem Flansch 14 in die umlaufende radiale Nut 32 eingreifen. Der Bolzen 28 kann zum Festlegen des Dichtungsträgers 30 durch eine von den beiden Positionierdornen 22, 24 bereichsweise begrenzte Aussparung 26 durchgeführt werden. Die Positionierdorne 22, 24 können jeweils auch als "Tang" bezeichnet werden.

**[0032]** In den Fig. 2b, Fig. 3 und Fig. 4a sind jeweils unterschiedliche Ausführungsformen des Leitschaufelelements 12 gezeigt. In diesen Figuren ist stellvertretend für beide Positionierdorne 22, 24 lediglich der erste Positionierdorn 22 gezeigt, welcher in diesen Figuren den zweiten Positionierdorn 24 verdeckt.

**[0033]** Die Teilfläche 20 des Positionierdorns 22 und damit des Positioniermittels 18 grenzt direkt an den Übergang 19 an. Die Flächennormalen 17, 21 schließen wie bereits erwähnt den Winkel  $\alpha$  ein, welcher auch als sogenannter "Tangwinkel" bezeichnet werden kann.

**[0034]** Während die Teilfläche im in Fig. 2b gezeigten Ausführungsbeispiel als gerade, gegenüber der Stützfläche 16 abgeschrägte Fläche ausgebildet ist, zeigt das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 einen gekrümmten Verlauf der Teilfläche 20 und damit eine Wölbung der Teilfläche 20. Ebenso wie bei den in Fig. 2b und Fig. 3 erläuterten Ausführungsformen, ist auch bei der in Fig. 4a dargestellten Ausführungsform sichergestellt, dass der Dichtungsträger 30 flächig auf der Stützfläche 16 aufliegen kann, ohne dabei mit der Teilfläche 20 und somit dem Positioniermittel 18 in Kontakt zu kommen. Dadurch kann eine Anordnung des Dichtungsträgers 30 an der Stützfläche 16 unter einer großen Flächenpressung und damit unter einer besonders guten Dichtwirkung sichergestellt werden. In Fig. 4a ist gezeigt, dass das Leitschaufelelement 12 einen Absatz aufweisen kann, welcher in Fig. 4b gemäß einer Detailansicht B vergrößert dargestellt ist. Der Absatz erstreckt sich dabei über eine an die Stützfläche 16 angrenzende Flanschfläche 15 des Flansches 14.

**[0035]** Zusammenfassend wird mit der Stützfläche 16 ein entlang dem Leitschaufelelement 12 bereichsweise umlaufendes, unterbrechungsfreies Anlageflächensegment geschaffen, an welchem ein Dichtsitz mit dem Dichtungsträger 30 (SIAS) gebildet werden kann.

**[0036]** Eine radiale Lage eines Scheitels des Winkels  $\alpha$  kann dabei - wie in Fig. 2b gezeigt - auf dem Übergang 19 liegen, wobei die Teilfläche 20 abgeschrägt gegenüber

der Stützfläche 16 an diese anschließt. Der Winkel  $\alpha$  kann sich jedoch auch, wie in Fig. 3 gezeigt, über dem Verlauf der Teilfläche 20 ändern. Dadurch, dass die Flächennormalen 17, 21 der Stützfläche 16 bzw. der Teilfläche 20 den von dem Nullwinkel verschiedenen Winkel  $\alpha$  einschließen, ergibt sich ein Versatz zwischen der Stützfläche 16 und der Teilfläche 20 in der Hauptströmungsrichtung H. Dieser Versatz ermöglicht, dass betriebsbedingte Verformungen des SIAS (Dichtungsträger 30) zugelassen werden können, ohne dass es bei diesen Verformungen zu einem Abheben des Dichtungsträgers 30 von der Stützfläche 16 kommt.

**[0037]** Auch weitere lokale Vorsprünge, welche an die an dem Leitschaufelelement 12 umlaufende Stützfläche 16 angrenzen können, können mit dem Winkel  $\alpha$  versehen werden, sodass das SIAS Platz für betriebsbedingte Verformungen erhält und die lokalen Vorsprünge bei der Verformung nicht von dem SIAS berührt werden. Unter den Begriff "Vorsprünge" sind derartige Elemente zu zählen, welche in Bezug auf die Stützfläche 16 (Dichtfläche am Flansch 14) radial nach innen (in der radialen Erstreckungsrichtung R) ragen. Unter den Begriff "Vorsprünge" fallen beispielsweise Verdrehsicherungen oder Angüsse.

**[0038]** Selbst bei einem Auftreten starker Verformungen zwischen dem SIAS und dem Leitschaufelsegment 10, bzw. dem Leitschaufelring kann durch die vorliegende Erfindung vermieden werden, dass das SIAS in der Hauptströmungsrichtung H um eine aus dem Stand der Technik bekannte, linienförmige Anlage 57 (an der in Fig. 1 gezeigte Zentrierung 56) kippt und dabei ein flacher, kegelförmiger Spalt zwischen dem SIAS und der Stützfläche 16 gebildet wird. Beim Entstehen dieses Spaltes kann es bei aus dem Stand der Technik bekannten Systemen zu einer erhöhten Fluidleckage kommen.

Bezugszeichenliste:

**[0039]**

- 10 Leitschaufelsegment
- 12 Leitschaufelelement
- 14 Flansch
- 15 Flanschfläche
- 16 Stützfläche
- 17 erste Flächennormale
- 18 Positioniermittel
- 19 Übergang
- 20 Teilfläche

- 21 zweite Flächennormale
- 22 Positionierdorn
- 5 24 Positionierdorn
- 26 Aussparung
- 28 Bolzen
- 10 30 Dichtungsträger
- 31 Dichtelement
- 15 32 Nut
- 34 radial inneres Deckbandsegment
- 36 Leitschaufelblatt
- 20 50 Leitschaufelteil
- 52 Dichtbereich
- 25 54 Dichtfläche
- 56 Zentrierung
- 57 Anlage
- 30 58 Zentrierstrebe
- 59 Aussparungsbereich
- 35  $\alpha$  Winkel
- H Hauptströmungsrichtung
- M Montagerichtung
- 40 R radiale Erstreckungsrichtung

**Patentansprüche**

- 45 1. Leitschaufelelement (12) für ein Leitschaufelsegment (10) mit dem Leitschaufelelement (12) und einem Dichtungsträger (30), wobei das Leitschaufelelement (12) einen in einer radialen Erstreckungsrichtung (R) des Leitschaufelelements (12) ausgebildeten Flansch (14) umfasst, welcher eine Stützfläche (16) zum Anordnen und Abstützen eines Dichtungsträgers (30) aufweist, und zumindest einen in der radialen Erstreckungsrichtung (R) von dem Flansch (14) abragendes Positioniermittel (18) zum Ausrichten des Dichtungsträgers (30) relativ zu dem Leitschaufelelement (12) umfasst, wobei
- 50 das Positioniermittel (18) wenigstens zwei gabelförmig zueinander angeordnete Positionierdorne (22,
- 55

- 24) aufweist, welche dazu ausgebildet sind in der Anordnung des Dichtungsträgers (30) an dem Flansch (14) in eine umlaufende radiale Nut (32) des Dichtungsträgers (30) eingreifen, und wobei in einem Übergang von dem Flansch (14) zu dem Positioniermittel (18) eine Teilfläche (20) des Positioniermittels (18) an den Flansch (14) angrenzt und jeweilige Flächennormalen (17, 21) der Stützfläche (16) und der Teilfläche (20) einen von einem Nullwinkel verschiedenen Winkel ( $\alpha$ ) miteinander einschließen, wobei die Teilfläche (20) gegenüber der Stützfläche versetzt und/oder abgeschrägt ist und bei dem Leitschausegment (10) mit dem Dichtungsträger (30) nicht in Kontakt kommt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützfläche (16) als Ringflächensegment ausgebildet ist.
2. Leitschausegment (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit:
- wenigstens einem Leitschaufelelement (12) nach Anspruch 1,
  - wenigstens einem Dichtungsträger (30), welcher an dem Flansch (14) angeordnet und mittels des Positioniermittels (18) relativ zu dem Leitschaufelelement (12) ausgerichtet ist, wobei der Flansch (14) eine Stützfläche (16) aufweist, an welcher der Dichtungsträger (30) abgestützt ist, wobei die wenigstens zwei gabelförmig zueinander angeordnete Positionierdorne (22, 24) in der Anordnung des Dichtungsträgers (30) an dem Flansch (14) in eine umlaufende radiale Nut (32) des Dichtungsträgers (30) eingreifen, und
- wobei die Teilfläche (20) mit dem Dichtungsträger (30) nicht in Kontakt kommt.
3. Leitschausegment (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positioniermittel (18) einteilig mit dem Flansch (14) verbunden ist.
4. Leitschauflerling, umfassend zumindest ein Leitschausegment (10) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 3.
5. Strömungsmaschine, insbesondere Flugtriebwerk, mit zumindest einem Leitschausegment (10) nach Anspruch 2 oder 3 und/oder mit zumindest einem Leitschaufelelement (12) nach Anspruch 1 und/oder mit zumindest einem Leitschauflerling nach Anspruch 4.
6. Strömungsmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsmaschine eine Turbine ist und die Stützfläche (16) des Flansches (14) einer Hauptströmungsrichtung (H) eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums zugewandt ist.
7. Strömungsmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsmaschine ein Verdichter ist, und die Stützfläche (16) des Flansches (14) einer Hauptströmungsrichtung (H) eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums abgewandt ist.

## Claims

1. Guide vane element (12) for a guide vane segment (10) having the guide vane element (12) and a seal carrier (30), the guide vane element (12) comprising a flange (14) formed in a radial extension direction (R) of the guide vane element (12), which flange has a support surface (16) for the arrangement and support of a seal carrier (30), and comprising at least one positioning means (18) protruding from the flange (14) in the radial extension direction (R) for aligning the seal carrier (30) relative to the guide vane element (12), the positioning means (18) having at least two positioning mandrels (22, 24) arranged in a fork-like manner relative to one another, which are designed to engage in a circumferential radial groove (32) of the seal carrier (30) in the arrangement of the seal carrier (30) on the flange (14), and a partial surface (20) of the positioning means (18) adjoining the flange (14) in a transition from the flange (14) to the positioning means (18), and respective surface normals (17, 21) of the support surface (16) and the partial surface (20) enclosing an angle ( $\alpha$ ) different from a zero angle, the partial surface (20) being offset and/or beveled relative to the support surface and not coming into contact with the seal carrier (30) in the guide vane segment (10), **characterized in that** the support surface (16) is designed as an annular surface segment.
2. Guide vane segment (10) for a turbomachine, in particular for an aircraft engine, comprising:
- at least one guide vane element (12) according to claim 1,
  - at least one seal carrier (30), which is arranged on the flange (14) and is aligned relative to the guide vane element (12) by means of the positioning means (18), wherein the flange (14) has a support surface (16) on which the seal carrier (30) is supported, wherein the at least two positioning mandrels (22, 24) arranged in a fork-like manner relative to one another engage in a circumferential radial groove (32) of the seal carrier (30) in the arrangement of the seal carrier

(30) on the flange (14), and

wherein the partial surface (20) does not come into contact with the seal carrier (30).

3. Guide vane segment (10) according to claim 2, **characterized in that** the positioning means (18) is integrally connected to the flange (14).
4. Guide vane ring comprising at least one guide vane segment (10) according to either of claims 2 to 3.
5. Turbomachine, in particular aircraft engine, having at least one guide vane segment (10) according to claim 2 or 3 and/or having at least one guide vane element (12) according to claim 1 and/or having at least one guide vane ring according to claim 4.
6. Turbomachine according to claim 5, **characterized in that** the turbomachine is a turbine and the support surface (16) of the flange (14) faces a main flow direction (H) of a working medium flowing through the turbomachine during operation thereof.
7. Turbomachine according to claim 5, **characterized in that** the turbomachine is a compressor, and the support surface (16) of the flange (14) faces away from a main flow direction (H) of a working medium flowing through the turbomachine during operation thereof.

#### Revendications

1. Élément d'aube de guidage (12) pour un segment d'aube de guidage (10) comportant l'élément d'aube de guidage (12) et un support d'étanchéité (30), dans lequel l'élément d'aube de guidage (12) comprend une bride (14) formée dans une direction d'extension radiale (R) de l'élément d'aube de guidage (12), laquelle bride présente une surface de soutien (16) permettant de disposer et de soutenir un support d'étanchéité (30), et comprend au moins un moyen de positionnement (18) faisant saillie depuis la bride (14) dans la direction d'extension radiale (R) et permettant d'orienter le support d'étanchéité (30) par rapport à l'élément d'aube directrice (12), dans lequel le moyen de positionnement (18) présente au moins deux mandrins de positionnement (22, 24) disposés en forme de fourche l'un par rapport à l'autre et conçus pour venir en prise dans une rainure radiale périphérique (32) du support d'étanchéité (30) lorsque le support d'étanchéité (30) est disposé sur la bride (14), et dans lequel, dans une transition entre la bride (14) et le moyen de positionnement (18), une surface partielle (20) du moyen de positionnement (18) est

adjacente à la bride (14) et des normales de surface (17, 21) respectives de la surface de soutien (16) et de la surface partielle (20) forment entre elles un angle ( $\alpha$ ) différent d'un angle zéro, dans lequel la surface partielle (20) est décalée et/ou biseautée par rapport à la surface de soutien et n'entre pas en contact avec le support d'étanchéité (30) dans le cas du segment d'aube directrice (10), **caractérisé en ce que** la surface de soutien (16) est conçue comme un segment de surface annulaire.

2. Segment d'aube de guidage (10) pour une turbomachine, en particulier pour un moteur d'aéronef, comportant :

- au moins un élément d'aube de guidage (12) selon la revendication 1,
- au moins un support d'étanchéité (30) qui est disposé sur la bride (14) et qui est orienté par rapport à l'élément d'aube directrice (12) à l'aide du moyen de positionnement (18), dans lequel la bride (14) présente une surface de soutien (16) sur laquelle est soutenu le support d'étanchéité (30), dans lequel les au moins deux mandrins de positionnement (22, 24) disposés en forme de fourche l'un par rapport à l'autre viennent en prise dans une rainure radiale périphérique (32) du support d'étanchéité (30) lorsque le support d'étanchéité (30) est disposé sur la bride (14), et

dans lequel la surface partielle (20) n'est pas en contact avec le support d'étanchéité (30).

3. Segment d'aube directrice (10) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le moyen de positionnement (18) est relié d'un seul tenant à la bride (14).
4. Couronne d'aubes directrices, comprenant au moins un segment d'aube directrice (10) selon l'une des revendications 2 à 3.
5. Turbomachine, en particulier moteur d'aéronef, comportant au moins un segment d'aube directrice (10) selon la revendication 2 ou 3 et/ou comportant au moins un élément d'aube directrice (12) selon la revendication 1 et/ou comportant au moins une couronne d'aubes directrices selon la revendication 4.
6. Turbomachine selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la turbomachine est une turbine et la surface de soutien (16) de la bride (14) est tournée vers une direction d'écoulement principale (H) d'un fluide de travail s'écoulant à travers la turbomachine lors du fonctionnement de celle-ci.
7. Turbomachine selon la revendication 5, **caractéri-**

**sée en ce que** la turbomachine est un compresseur, et la surface de soutien (16) de la bride (14) est opposée à une direction d'écoulement principale (H) d'un fluide de travail s'écoulant à travers la turbomachine lors du fonctionnement de celle-ci. 5

10

15

20

25

30

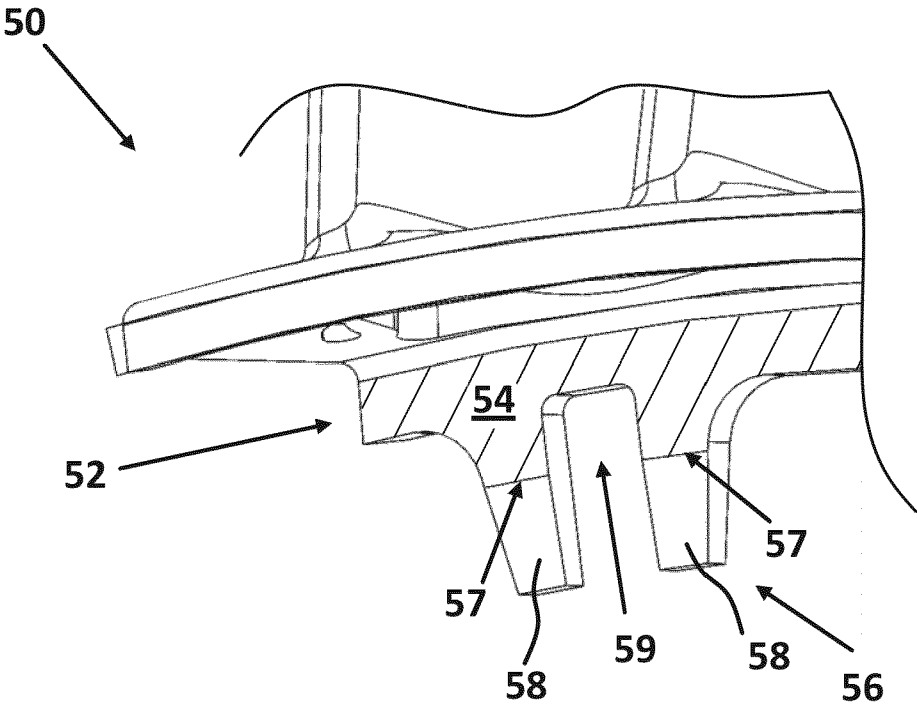
35

40

45

50

55



**Fig. 1**  
**(Stand der**  
**Technik)**

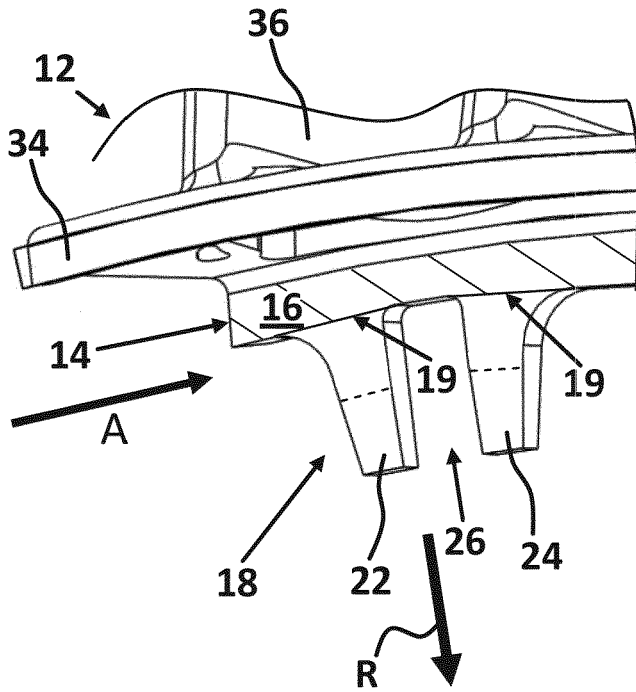


Fig. 2a

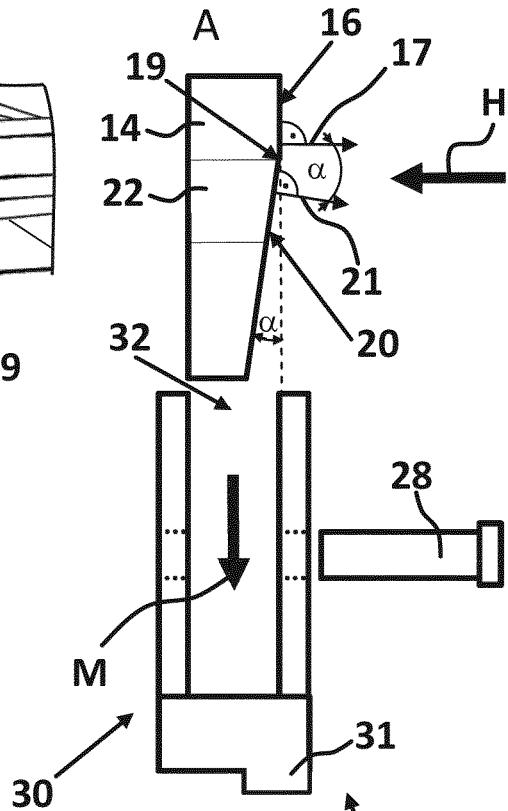


Fig. 2b

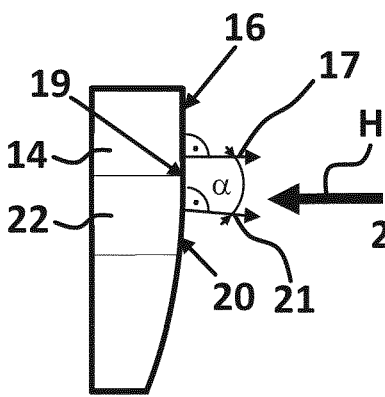


Fig. 3

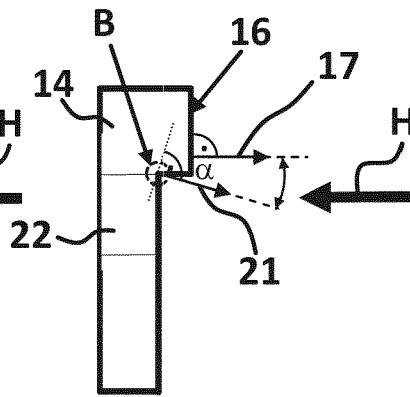


Fig. 4a

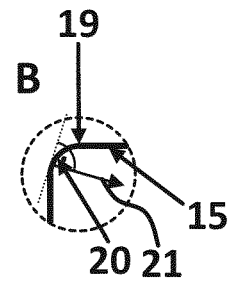


Fig. 4b

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2696039 A1 [0003]
- EP 2722486 A1 [0004]
- EP 2551454 A2 [0005]
- US 4194869 A [0006]
- EP 2559849 A2 [0006]