



(11) EP 3 208 426 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
23.08.2017 Patentblatt 2017/34(51) Int Cl.:  
*F01D 9/04 (2006.01)*      *F01D 11/00 (2006.01)*  
*F01D 25/24 (2006.01)*

(21) Anmeldenummer: 16203029.0

(22) Anmeldetag: 08.12.2016

(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**

(30) Priorität: 18.02.2016 DE 102016202519

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

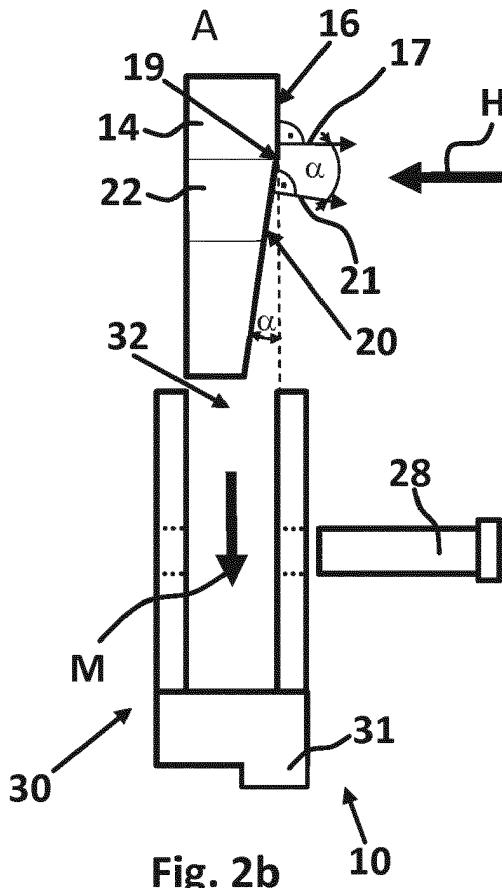
(72) Erfinder:  
 • **Schlemmer, Markus**  
 84048 Mainburg / Sandelhausen (DE)  
 • **Feldmann, Manfred**  
 82223 Eichenau (DE)  
 • **Stanka, Rudolf**  
 84431 Rattenkirchen (DE)  
 • **Thiele, Oliver**  
 85221 Dachau (DE)

## (54) LEITSCHAUFELSEGMENT FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft ein Leitschaufelsegment (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit:

- wenigstens einem Leitschaufelelement (12), welches wenigstens 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) umfasst, und
- 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 in einem Übergang (19) 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. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Leitschaufelelement (12) für ein Leitschaufelsegment (10), einen Leitschaufelring sowie eine Strömungsmaschine.



## Beschreibung

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

**[0002]** Bei der Herstellung von Strömungsmaschinen ist es bekannt, Leitschaufelringe aus einer Mehrzahl von Leitschaufelsegmenten zusammenzusetzen. 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 Leitschaufelfuß 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 Leit-

schaufelcluster mit Befestigungsmitteln zur Lagesicherung des Leitschaufelclusters in einer Gasturbine. Durch die Lagesicherung kann ein etwaiges Umströmen des Leitschaufelclusters an unerwünschten Stellen verringert werden.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Leitschaufelsegment, ein Leitschaufelelement, 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 Leitschaufelsegment mit den Merkmalen von Patentanspruch 1, durch ein Leitschaufelelement mit den Merkmalen von Patentanspruch 6, durch einen Leitschaufelring gemäß Patentanspruch 7 sowie durch eine Strömungsmaschine gemäß Patentanspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils anderen Erfindungsaspekte und umgekehrt anzusehen sind.

**[0009]** Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Leitschaufelsegment für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit:

- wenigstens einem Leitschaufelelement, welches wenigstens einen in einer radialen Erstreckungsrichtung des Leitschaufelelements ausgebildeten Flansch und zumindest ein in der radialen Erstreckungsrichtung von dem Flansch abragendes Positioniermittel umfasst, und
- wenigstens einem Dichtungsträger, welcher an dem Flansch angeordnet und mittels des Positioniermittels relativ zu dem Leitschaufelelement ausgerichtet ist, wobei der Flansch eine Stützfläche aufweist, an welcher der Dichtungsträger abgestützt ist.

**[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. 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.

**[0011]** Der Dichtungsträger kann beispielsweise als einteiliger, ringförmiger Dichtungsträger ausgebildet sein. Der Dichtungsträger kann beispielsweise als eine gerade Linie

oder als gebogene Linie ausgebildet sein, an welcher der Flansch und die Teilfläche aneinander angrenzen können. 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 sein kann. Dementsprechend kann beim bestimmungsgemäßen Einsatz des Leitschaufelsegments als Bauteil einer Strömungsmaschine die Teilfläche in einer Hauptströmungsrichtung eines beim Betrieb der Strömungsmaschine durch diese strömenden Arbeitsmediums gegenüber der Stützfläche zurückversetzt sein. Die Teilfläche kann dabei beispielsweise gegenüber der Stützfläche zumindest bereichsweise abgeschrägt verlaufen. Zusätzlich oder alternativ können die Teilfläche und die Stützfläche 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 zusätzlich oder alternativ abgeschrägt sein kann. 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 zusätzlich oder alternativ zurückversetzte Teilfläche des Positioniermittels wird sichergestellt, dass selbst bei einer belastungsbedingten Relativbewegung zwischen dem SIAS und dem Leitschaufelelement 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 Leitschaufelsegment kann einem Teil eines Leitschaufelrings entsprechen, und beispielsweise als Leitschaufelringsegment ausgebildet sein. Dementsprechend kann das Leitschaufelsegment beispielsweise als ein Drittel und somit als 120°-Segment eines derartigen Leitschaufelrings gestaltet sein. Das Leitschaufelsegment kann zusätzlich zu dem Flansch und dem Positioniermittel beispielsweise ein radial inneres Deckbandsegment, ein Leitschaufelblatt oder mehrere Leitschaufelblätter, sowie ein radial äußeres Deckbandseg-

ment umfassen. Der Dichtungsträger kann an einem radialen Ende ein Dichtelement, beispielsweise in Form einer Bürstdichtung oder einer Honigwabendichtung aufweisen. Durch ein derartiges Dichtelement kann bei einem bestimmungsgemäßen Einsatz des Leitschaufelsegments in der Strömungsmaschine eine unerwünschte Fluidleckage zwischen dem Dichtelement und beispielsweise einem Gehäusebereich einer Antriebswelle der Strömungsmaschine zumindest verringert werden.

5 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 kann das Positioniermittel beispielsweise in eine umlaufende radiale Nut des Dichtungsträgers eingreifen. Der Dichtungsträger kann des Weiteren mittels eines Fixierelements, welches beispielsweise als Bolzen ausgebildet sein kann, an dem Flansch und damit an dem Leitschaufelelement festgelegt werden.

10 [0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Stützfläche zumindest im Wesentlichen als Ringflächensegment ausgebildet. Dadurch kann eine besonders gleichmäßige Flächenpressung zwischen dem Dichtungsträger und der Stützfläche erzielt werden.

15 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 Leitschaufelelements nötig. Dies ist von Vorteil, da das Leitschaufelsegment somit unter besonders geringem Montageaufwand hergestellt werden kann.

20 [0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Dichtungsträger wenigstens eine umlaufende radiale Nut auf, mit welcher das Positioniermittel in der Anordnung des Dichtungsträgers an dem Flansch in Eingriff ist. 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 Leitschaufelelement auf einfache Weise eingeschränkt.

25 [0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Positioniermittel wenigstens zwei gabelförmig zueinander angeordnete Positionierdorne auf, welche in der Anordnung des Dichtungsträgers an dem Flansch in die umlaufende radiale Nut eingreifen. 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.

30 [0017] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Leit-

schaufelelement für ein erfindungsgemäßes Leitschaufelsegment, mit einem in einer radialen Erstreckungsrichtung des Leitschaufelelements ausgebildeten Flansch, welcher eine Stützfläche zum Anordnen und Abstützen eines Dichtungsträgers aufweist, und mit zumindest einem in der radialen Erstreckungsrichtung von dem Flansch abragenden Positioniermittel zum Ausrichten des Dichtungsträgers relativ zu dem Leitschaufelelement.

**[0018]** 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. Durch ein derartiges Leitschaufelelement wird eine besonders hohe Dichtwirkung zwischen der Stützfläche und einem an dieser abgestützten Dichtungsträger erzielt.

**[0019]** Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft einen Leitschaufelring, umfassend zumindest ein erfindungsgemäßes Leitschaufelsegment. Der Leitschaufelring kann beispielsweise aus drei 120°-Leitschaufelsegmenten zusammengesetzt sein. Ein derartiger Leitschaufelring trägt auf verbesserte Weise zur Verringerung von Fluidleckage bei.

**[0020]** Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk, mit zumindest einem erfindungsgemäßem Leitschaufelsegment und zusätzlich oder alternativ mit zumindest einem erfindungsgemäßem Leitschaufelelement und zusätzlich oder alternativ mit zumindest einem Leitschaufelring. Eine derartige Strömungsmaschine kann unter einer verringerten Fluidleckage und damit bei einem besonders hohen Wirkungsgrad betrieben werden.

**[0021]** 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.

**[0022]** 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.

**[0023]** 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:

- 5 10 Fig. 1 eine Perspektivansicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Leitschaufelsegments;
- 15 Fig. 2a eine Perspektivansicht einer ausschnittsweise dargestellten und für die Erfindung beispielhaften Ausführungsform eines Leitschaufelelements;
- 20 Fig. 2b eine Seitenansicht auf einen Teilbereich des in Fig. 2a gezeigten Leitschaufelelements, auf welchen ein Dichtungsträger aufgeschoben wird;
- 25 Fig. 3 eine Seitenansicht auf einen Teilbereich einer weiteren Ausführungsform des Leitschaufelelements, bei welcher eine Teilfläche eines Positioniermittels des Leitschaufelelements eine Wölbung aufweist und unmittelbar an die Stützfläche des Flansches anschließt;
- 30 Fig. 4a eine Seitenansicht auf einen Teilbereich einer weiteren Ausführungsform des Leitschaufelelements, bei welcher der Flansch und das Positioniermittel einen Absatz bilden; und
- 35 Fig. 4b eine Detailansicht eines in Fig. 4a gestrichelt umrandeten Bereichs.

**[0024]** Fig. 1 zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Leitschaufelsegment 50, für eine Strömungsmaschine. Das Leitschaufelsegment 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 Leitschaufelsegment 50 eine gezackte Zentrierung 56 für die Radialdichtung auf. Die Dichtfläche 54 erstreckt sich vorliegend über einen besonders großen, in Fig. 1 schraffierte 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.

**[0025]** In Fig. 2a ist ein Leitschaufelelement 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.

**[0026]** Das Leitschaufelelement 12 und der Dichtungsträger 30 gehören zu einem in Fig. 2b ausschnittsweise dargestellten Leitschaufelsegment 10 für eine hier nicht weiter dargestellte Strömungsmaschine, welche beispielsweise als Flugtriebwerk ausgebildet sein kann. Das Leitschaufelsegment 10 umfasst also das Leitschaufelelement 12 und den Dichtungsträger 30. Ein hier nicht weiter gezeigter Leitschaufelring kann aus mehreren, derartigen Leitschaufelsegmenten 10 zusammengesetzt und in der Strömungsmaschine eingesetzt werden.

**[0027]** Das Leitschaufelelement 12 umfasst vorliegend mindestens ein Schaufelblatt 36, ein radial inneres Deckbandsegment 34, und ein hier nicht weiter gezeigtes, radial äußeres Deckbandsegment. 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 Leitschaufellements 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.

**[0028]** 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.

**[0029]** Die Stützfläche 16 dient als Dichtfläche, mit wel-

cher der Dichtungsträger 30 in dessen Anordnung und Abstützung an dem Flansch 14 einen Dichtsitz bildet. Die Stützfläche 16 ist vorliegend zumindest im Wesentlichen als Ringflächensegment ausgebildet. Unter der "zumindest im Wesentlichen Ausbildung als Ringflächensegment" ist zu verstehen, dass die Stützfläche 16 überwiegend als Ringflächensegment gestaltet ist, jedoch bereichsweise von einer ringförmigen Gestalt abweichen kann, indem die Stützfläche Bereichsweise statt mittels eines Kreisbogens beispielsweise mittels einer geraden Strecke begrenzt ist. 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.

**[0030]** 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.

**[0031]** Der Dichtungsträger 30 weist vorliegend eine umlaufende radiale Nut 32 auf, mit welcher das Positioniermittel 18 in der Anordnung des Dichtungsträgers 30 an dem Flansch 14 in Eingriff ist. An einem Ende des Dichtungsträgers 30 ist ein beispielsweise als Bürstdichtung oder Honigwabendichtung ausgebildetes Dichtelement 31 angeordnet.

**[0032]** 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.

**[0033]** In den Fig. 2b, Fig. 3 und Fig. 4a sind jeweils unterschiedliche Ausführungsformen des Leitschaufellements 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.

**[0034]** 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.

**[0035]** 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.

**[0036]** 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.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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 Verdreh sicherungen oder Angüsse.

**[0039]** 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 gezeigten 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:

#### [0040]

10	10 Leitschaufelsegment
	12 Leitschaufelelement
	14 Flansch
	15 Flanschfläche
15	16 Stützfläche
	17 erste Flächennormale
	18 Positioniermittel
	19 Übergang
20	20 Teilfläche
	21 zweite Flächennormale
	22 Positionerdorn
	24 Positionerdorn
	26 Aussparung
	28 Bolzen
25	30 Dichtungsträger
	31 Dichtelement
	32 Nut
	34 radial inneres Deckbandsegment
	36 Leitschaufelblatt
30	50 Leitschaufelteil
	52 Dichtbereich
	54 Dichtfläche
	56 Zentrierung
	57 Anlage
35	58 Zentrierstrebe
	59 Aussparungsbereich
	$\alpha$ Winkel
	H Hauptströmungsrichtung
	M Montagerichtung
40	R radiale Erstreckungsrichtung

#### Patentansprüche

- 45 1. Leitschaufelsegment (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit:
- wenigstens einem Leitschaufelelement (12), welches wenigstens einen in einer radialen Erstreckungsrichtung (R) des Leitschaufelelements (12) ausgebildeten Flansch (14) und zu mindest ein in der radialen Erstreckungsrichtung (R) von dem Flansch (14) abragendes Positioniermittel (18) umfasst, und
  - wenigstens einem Dichtungsträger (30), welcher an dem Flansch (14) angeordnet und mittels des Positionermittels (18) relativ zu dem Leitschaufelelement (12) ausgerichtet ist, wobei

der Flansch (14) eine Stützfläche (16) aufweist, an welcher der Dichtungsträger (30) abgestützt ist,

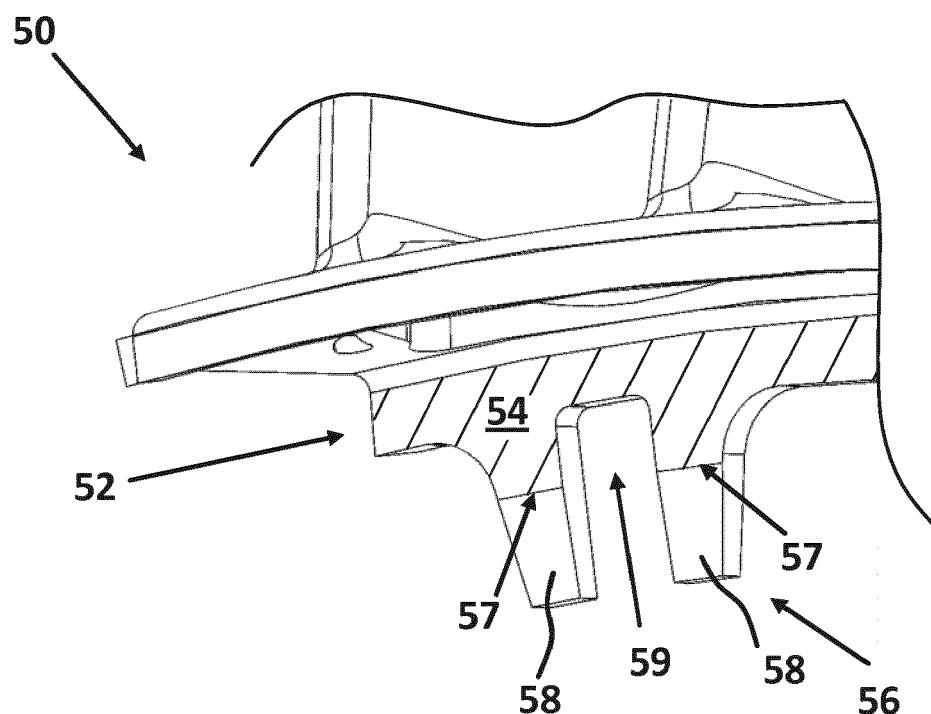
**dadurch gekennzeichnet, dass**

in einem Übergang (19) 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.

2. Leitschaufelsegment (10) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Stützfläche (16) zumindest im Wesentlichen als Ringflächensegment ausgebildet ist.
3. Leitschaufelsegment (10) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Positioniermittel (18) einteilig mit dem Flansch (14) verbunden ist.
4. Leitschaufelsegment (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Dichtungsträger (30) wenigstens eine umlaufende radiale Nut (32) aufweist, mit welcher das Positioniermittel (18) in der Anordnung des Dichtungsträgers (30) an dem Flansch (14) in Eingriff ist.
5. Leitschaufelsegment (10) nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Positioniermittel (18) wenigstens zwei gabelförmig zueinander angeordnete Positionierdorne (22, 24) aufweist, welche in der Anordnung des Dichtungsträgers (30) an dem Flansch (14) in die umlaufende radiale Nut (32) eingreifen.
6. Leitschaufelelement (12) für ein Leitschaufelsegment (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem in einer radialen Erstreckungsrichtung (R) des Leitschaufelelements (12) ausgebildeten Flansch (14), welcher eine Stützfläche (16) zum Anordnen und Abstützen eines Dichtungsträgers (30) aufweist, und mit zumindest einem in der radialen Erstreckungsrichtung (R) von dem Flansch (14) abgrenzenden Positioniermittel (18) zum Ausrichten des Dichtungsträgers (30) relativ zu dem Leitschaufelelement (12),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
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.

7. Leitschaufelring, umfassend zumindest ein Leitschaufelsegment (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5.

- 5 8. Strömungsmaschine, insbesondere Flugtriebwerk, mit zumindest einem Leitschaufelsegment (10) nach Anspruch 1 und/oder mit zumindest einem Leitschaufelelement (12) nach Anspruch 6 und/oder mit zumindest einem Leitschaufelring nach Anspruch 7.
- 10 9. Strömungsmaschine nach Anspruch 8,  
**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.
- 15 10. Strömungsmaschine nach Anspruch 8,  
**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.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55



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

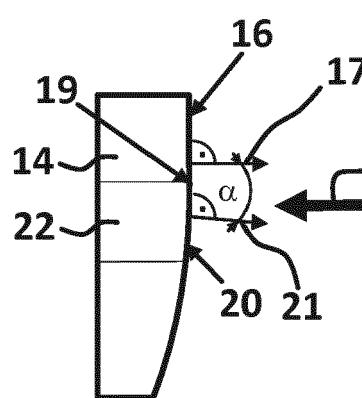
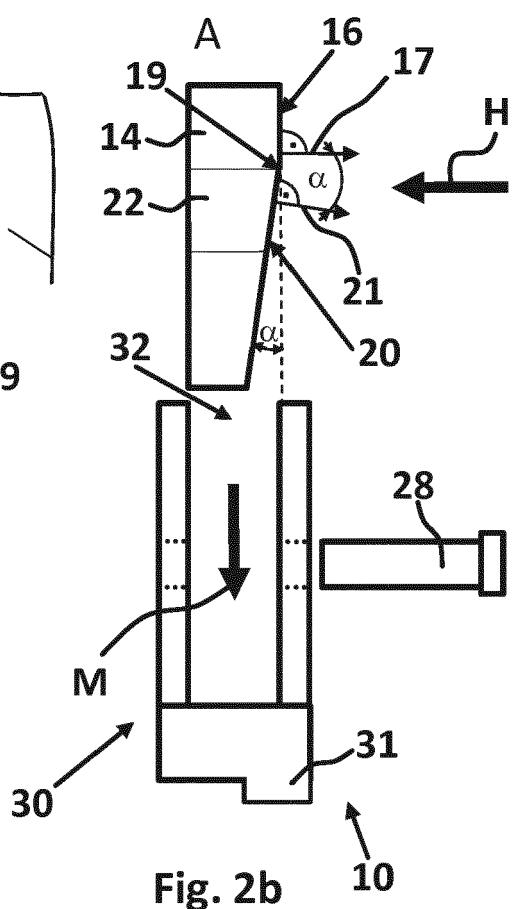
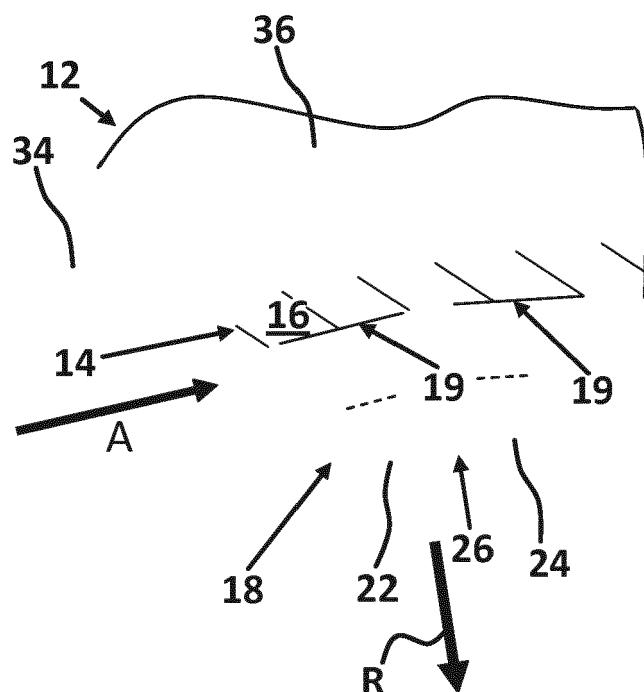


Fig. 3

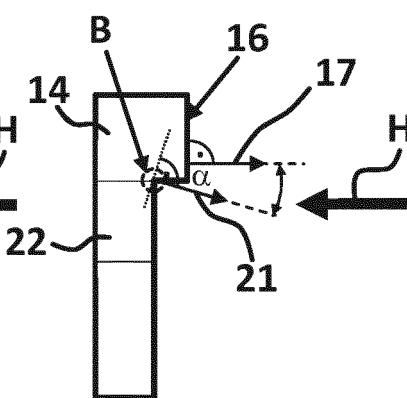


Fig. 4a

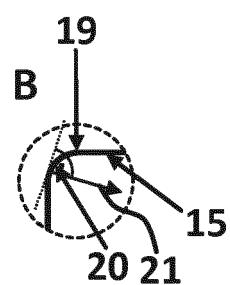


Fig. 4b



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 20 3029

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE								
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)					
10 X	EP 2 559 849 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 20. Februar 2013 (2013-02-20) * Zusammenfassung; Abbildung 5 * * Absätze [0010], [0013], [0021] * * Absatz [0012] *	1-4,6-8	INV. F01D9/04 F01D11/00 F01D25/24					
15 Y	-----	5						
20 X,D	EP 2 722 486 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 23. April 2014 (2014-04-23) * Abbildung 1 * * Absatz [0021] *	1-4,6-9						
25 Y	-----	5						
30 A	EP 2 811 117 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 10. Dezember 2014 (2014-12-10) * Absatz [0040]; Abbildungen 2A, 2B * -----	1-10						
35			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)					
40			F01D					
45								
50 2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt							
55	<table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>18. Juli 2017</td> <td>Klados, Iason</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	18. Juli 2017	Klados, Iason	
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer						
München	18. Juli 2017	Klados, Iason						

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

EP 16 20 3029

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

18-07-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2559849 A2	20-02-2013	EP 2559849 A2	US 2013045089 A1	20-02-2013 21-02-2013
15	EP 2722486 A1	23-04-2014	EP 2722486 A1	US 2014105725 A1	23-04-2014 17-04-2014
20	EP 2811117 A2	10-12-2014	DE 102013210427 A1	EP 2811117 A2	11-12-2014 10-12-2014
			US 2014363283 A1		11-12-2014
25	FR 2979662 A1	08-03-2013	BR 112014004942 A2	CA 2847239 A1	11-04-2017 14-03-2013
			CN 103814193 A	EP 2753798 A1	21-05-2014 16-07-2014
			FR 2979662 A1	RU 2014113393 A	08-03-2013 20-10-2015
			US 2014227088 A1	WO 2013034837 A1	14-08-2014 14-03-2013
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

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