

(19)



(11)

EP 3 219 921 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2017 Patentblatt 2017/38

(51) Int Cl.:
F01D 5/28 (2006.01) F01D 17/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16160548.0**

(22) Anmeldetag: **16.03.2016**

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

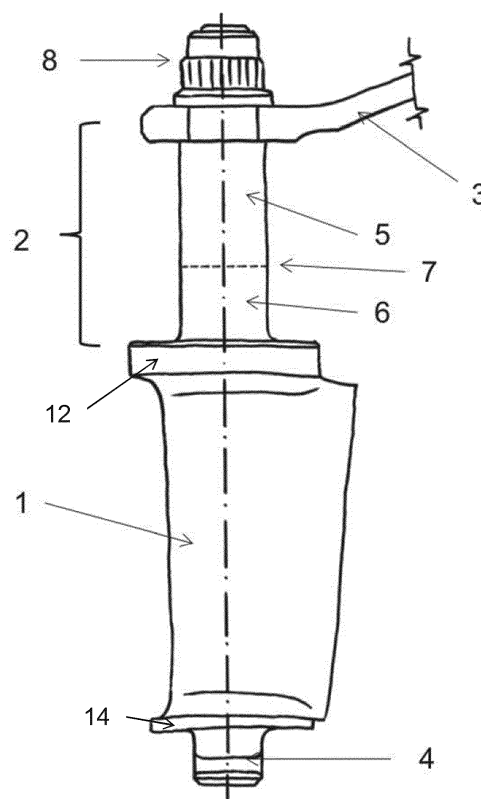
(72) Erfinder: **Klötzer, Alexander**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)

(54) **VERSTELLBARE TURBOMASCHINEN-LEITSCHAUFEL, TURBOMASCHINE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstellbare Leitschaufel für eine Turbomaschine, insbesondere eine Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, die ein Schaufelblatt (1) zur Umlenkung eines Arbeitsfluids der Turbomaschine, das wenigstens teilweise aus

einem zweiten Material hergestellt ist, und wenigstens einen ersten Schaufelabschnitt (4, 5) aufweist, der aus einem von dem zweiten Material verschiedenen ersten Material hergestellt ist.

Fig. 1



EP 3 219 921 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstellbare Leitschaufel für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einer solchen verstellbaren Leitschaufel sowie ein Verfahren zum Herstellen einer solchen verstellbaren Leitschaufel.

[0002] Aus betriebsinterner Praxis sind bereits Verdichterstufen von Gasturbinen mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt.

[0003] Dabei müssen Schaufelblätter solcher verstellbaren Leitschaufeln häufig primär anderen Anforderungen genügen als davon verschiedene Schaufelabschnitte, insbesondere Lagerflächen und/oder Schnittstellen, an denen die Leitschaufeln mit einer Verstellvorrichtung zum Verstellen der Leitschaufel gekoppelt sind bzw. werden: während erstere insbesondere mit einem Arbeitsfluid der Turbomaschine interagieren, insbesondere durch dieses beansprucht werden, sollen letztere beispielsweise bessere Lagereigenschaften aufweisen und/oder, insbesondere zur Herstellung der Schnittstelle, leichter bearbeitbar, insbesondere besser spanbar sein.

[0004] Sollen verstellbare Leitschaufeln in Turbinenstufen eingesetzt werden, müssen die Leitschaufelblätter regelmäßig höheren Temperaturen standhalten als bei Verdichterstufen. Insbesondere solche hochwarmfesten Materialien weisen jedoch häufig schlechte(re) Lagereigenschaften auf und/oder sind, insbesondere zur Herstellung der Schnittstelle und/oder Lagerflächen, schwer(er) bearbeitbar, insbesondere schlecht(er) spanbar.

[0005] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbomaschine und/oder deren Herstellung zu verbessern.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine verstellbare Leitschaufel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Anspruch 9 stellt eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einer hier beschriebenen verstellbaren Leitschaufel unter Schutz, vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist eine verstellbare Leitschaufel für eine Turbomaschine, insbesondere eine Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, insbesondere wenigstens eine verstellbare Leitschaufel einer Turbomaschine, insbesondere einer Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, ein Schaufelblatt zur, insbesondere durch Verstellung der Leitschaufel variablen, Umlenkung eines Arbeitsfluids der Turbomaschine, und wenigstens einen, insbesondere radialen und/oder von dem Schaufelblatt verschiedenen, insbesondere radial innen oder außen von dem Schaufelblatt angeordneten, Schaufelabschnitt, in einer Ausführung zwei, insbesondere radiale, Schaufelabschnitte,

die auf einander, insbesondere radial, gegenüberliegenden Seiten des Schaufelblatts angeordnet sind, auf, der bzw. die vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als erste(r) Schaufelabschnitt(e) bezeichnet werden.

[0008] Die Angabe "radial" bezieht sich vorliegend insbesondere auf eine Haupt- bzw. Rotationsachse der Turbomaschine bzw. bezeichnet eine zu einer Haupt- bzw. Rotationsachse der Turbomaschine senkrechte Richtung.

[0009] In einer Ausführung weist das Schaufelblatt eine Vorder- und eine Hinterkante auf, die durch eine Saug- und eine Druckseite miteinander verbunden sind.

[0010] In einer Ausführung weist das Schaufelblatt eine oder zwei einander, insbesondere radial, gegenüberliegende Stirnseite(n) auf, die in einer Weiterbildung das Schaufelblatt, insbesondere radial, begrenzt/begrenzen.

[0011] In einer Ausführung weist die Leitschaufel eine oder zwei einander, insbesondere radial, gegenüberliegende Plattform(en) auf, die bzw. von denen eine oder beide in einer Weiterbildung (jeweils), insbesondere radial und/oder unmittelbar, an das Schaufelblatt anschließt/anschließen, dieses insbesondere begrenzt/begrenzen, und/oder mit einem Strömungskanal des Arbeitsfluids bzw. der Turbomaschine kommuniziert/kommunizieren bzw. hierzu eingerichtet ist/sind.

[0012] In einer Ausführung wird bzw. ist auf einer dem Schaufelblatt, insbesondere radial, gegenüberliegenden Seite der bzw. einer oder beider Stirnseite(n) und/oder der bzw. einer oder beider Plattform(en) jeweils ein, insbesondere unmittelbar und/oder radial an die Stirnseite bzw. Plattform anschließender, weiterer, insbesondere radialer, Schaufelabschnitt angeordnet, insbesondere integral mit dem Schaufelblatt hergestellt, der vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als zweiter Schaufelabschnitt bezeichnet wird und in einer Weiterbildung eine Lagerfläche oder wenigstens einen Teil hiervon aufweisen, insbesondere zusammen mit einem ersten Schaufelabschnitt eine Lagerfläche bilden kann.

[0013] In einer Ausführung ist wenigstens eine Plattform und/oder ein zweiter Schaufelabschnitt radial zwischen dem Schaufelblatt und einem ersten Schaufelblattabschnitt angeordnet.

[0014] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung wird bzw. ist das Schaufelblatt der Leitschaufel, in einer Weiterbildung auch die bzw. eine oder beide Plattform(en) und/oder der bzw. einer oder beide zweite Schaufelabschnitt(e) der Leitschaufel, vollständig oder teilweise aus einem Material hergestellt, welches vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als zweites Material bezeichnet wird.

[0015] Der bzw. ein oder beide erste(r) Schaufelabschnitt(e) der Leitschaufel(n) wird/werden bzw. ist/sind nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung aus einem von diesem zweiten Material verschiedenen Material hergestellt, welches vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als erstes Material bezeichnet wird.

[0016] Als erstes Material kann zum Beispiel ein Ma-

terial verwendet werden, welches unter dem Markennamen INCONEL® 718 bekannt ist. Als zweites Material kann hingegen zum Beispiel ein Material verwendet werden, welches unter dem Markennamen MAR-M-247™ bekannt ist. Das erste Material kann eine Schmiedewerkstoff sein, wohingegen das zweite Material ein Gusswerkstoff sein kann.

[0017] Dabei können in einer Ausführung die beiden ersten Schaufelabschnitte der Leitschaufel aus demselben, von dem zweiten Material verschiedenen, (ersten) Material hergestellt werden bzw. sein. In einer anderen Ausführung kann auch ein erster Schaufelabschnitt aus dem ersten Material und der andere erste Schaufelabschnitt aus dem zweiten Material oder einem von dem ersten und zweiten Material verschiedenen (dritten) Material hergestellt werden bzw. sein.

[0018] Hierdurch können in einer Ausführung das Schaufelblatt einerseits und der bzw. die erste(n) Schaufelabschnitt(e) andererseits vorteilhaft an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden bzw. sein. Zusätzlich oder alternativ kann hierdurch in einer Ausführung die Fertigung der Leitschaufel verbessert werden.

[0019] In einer Ausführung weist das zweite Material Metall und/oder eine Superlegierung auf, es kann insbesondere vollständig oder teilweise hieraus bestehen. Zusätzlich oder alternativ ist das zweite Material in einer Ausführung hochwarmfest, insbesondere für Einsatztemperaturen von wenigstens 500°C, insbesondere wenigstens 800°C, ausgelegt bzw. geeignet.

[0020] Hierdurch kann in einer Ausführung das Schaufelblatt vorteilhaft mit einem Arbeitsfluid der Turbomaschine interagieren, insbesondere einer, insbesondere thermischen, Beanspruchung durch dieses standhalten bzw. hierfür ausgelegt werden bzw. sein, in einer Ausführung insbesondere in einer Turbinenstufe.

[0021] In einer Ausführung weist das erste Material, in einer Weiterbildung auch das dritte Material, Metall und/oder keine Superlegierung auf und/oder ist nicht hochwarmfest, insbesondere nicht für Einsatztemperaturen von wenigstens 1000°C, insbesondere wenigstens 800°C, ausgelegt bzw. geeignet.

[0022] Hierdurch kann in einer Ausführung ein aus dem ersten bzw. dritten Material hergestellter erster Schaufelabschnitt insbesondere vorteilhafte Bearbeitungs- und/oder Lagereigenschaften aufweisen.

[0023] In einer Ausführung beträgt eine Streck- oder 0,2-%-Dehngrenze (R_e bzw. $R_{p0,2}$ [N/mm²]) des zweiten Materials wenigstens das 1,1fache, insbesondere wenigstens das 1,5fache, einer Streck- und/oder 0,2-%-Dehngrenze des ersten Materials, in einer Weiterbildung auch des dritten Materials. Zusätzlich oder alternativ beträgt in einer Ausführung eine Dichte (ρ [kg/m³]) des zweiten Materials wenigstens das 1,1fache, insbesondere wenigstens das 1,5fache, einer Dichte des ersten Materials, in einer Weiterbildung auch des dritten Materials.

[0024] Hierdurch können in einer Ausführung das Schaufelblatt einerseits und der bzw. die erste(n) Schaufelabschnitt(e) andererseits vorteilhaft an unterschiedli-

che Anforderungen angepasst werden bzw. sein. Insbesondere kann durch ein leichteres erstes (bzw. drittes) Material ein G(esamt)gewicht der Leitschaufel reduziert werden.

5 **[0025]** In einer Ausführung wird bzw. ist der bzw. wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellte(r), erste(r) Schaufelabschnitt spanend bearbeitet und/oder weist ein oder mehrere Gewinde auf.

10 **[0026]** Hierdurch kann in einer Ausführung insbesondere eine vorteilhafte Lagerfläche und/oder Schnittstelle, an der die Leitschaufel mit einer Verstellvorrichtung zum Verstellen der Leitschaufel gekoppelt ist bzw. wird, geschaffen, insbesondere Normteile wie Muttern oder dergleichen zum Koppeln verwendet werden.

15 **[0027]** In einer Ausführung wird bzw. ist der bzw. wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellte(r), erste(r) Schaufelabschnitt, insbesondere stoffschlüssig, gefügt, insbesondere mit dem Schaufelblatt, insbesondere einer Stirnseite des Schaufelblattes, einer, insbesondere an das Schaufelblatt anschließenden, Plattform der Leitschaufel oder einem, insbesondere an Stirnseite oder Plattform anschließenden, zweiten Schaufelabschnitt, und/oder durch bzw. mittels Schweißen, insbesondere Reib- bzw. Rotationsschweißen.

25 **[0028]** Gleichermaßen können auch andere Fügeverfahren vorteilhaft sein bzw. verwendet werden. So kann ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt in einer Ausführung auch durch ein anderes Schweißverfahren, Löten, Kleben, Pressen, Schrumpfen oder dergleichen gefügt sein bzw. werden, insbesondere mit einer Stirnseite des Schaufelblattes, einer, insbesondere an das Schaufelblatt anschließenden, Plattform der Leitschaufel oder einem, insbesondere an Stirnseite oder Plattform anschließenden, zweiten Schaufelabschnitt. Gleichermaßen kann ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt auch mit der Stirnseite bzw. Plattform bzw. dem zweiten Schaufelabschnitt form- und/oder reibschlüssig verbunden, insbesondere verschraubt, und/oder durch entsprechenden Materialwechsel mittels eines generativen Verfahrens gemeinsam mit dem Schaufelblatt, der Plattform oder dem zweiten Schaufelabschnitt hergestellt werden bzw. sein.

35 **[0029]** Hierdurch können in einer Ausführung Schaufelblatt und erste(r) Schaufelabschnitt(e) vorteilhaft, insbesondere einfach, steif, prozesssicher und/oder zuverlässig, verbunden werden bzw. sein.

45 **[0030]** In einer Ausführung weist der bzw. wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellte(r), erste(r) Schaufelabschnitt ein radiales Ende der Leitschaufel und/oder eine, insbesondere Umfangs-, Lagerfläche der Leitschaufel und/oder eine Schnittstelle der Leitschaufel zum, insbesondere zerstörungsfrei lösbaaren und/oder form- und/oder reibschlüssigen, Koppeln einer Verstellvorrichtung zum Verstellen der Leitschaufel oder wenigstens einen Teil hiervon auf.

50 **[0031]** Hierdurch kann in einer Ausführung wenigstens ein radiales Ende und/oder eine Lagelfläche und/oder

Schnittstelle der Leitschaufel vorteilhaft ausgebildet, insbesondere bearbeitet werden bzw. sein.

[0032] In einer Ausführung schließt der bzw. wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellte(r), erste(r) Schaufelabschnitt, insbesondere unmittelbar und/oder radial, an eine das Schaufelblatt begrenzende Stirnseite oder Plattform oder einen zweiten Schaufelabschnitt an, der auf einer dem Schaufelblatt gegenüberliegenden Seite der Stirnseite oder Plattform angeordnet ist.

[0033] Indem ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt an die Stirnseite oder Plattform anschließt, kann in einer Ausführung möglichst viel Gewicht und/oder teureres zweites Material gespart werden. Indem umgekehrt ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt (erst) an den zweiten Schaufelabschnitt anschließt, kann in einer Ausführung eine Fügestelle vorteilhaft von dem Schaufelblatt beabstandet und/oder in einer Lagelfläche oder auf einer dem Schaufelblatt zugewandten oder vom Schaufelblatt abgewandten Seite der Lagerfläche angeordnet werden.

[0034] In einer Ausführung beträgt eine radiale Abmessung bzw. Höhe des bzw. wenigstens eines, insbesondere aus dem ersten Material hergestellten, ersten Schaufelabschnitts wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, und/oder höchstens 200%, insbesondere höchstens 75%, einer radialen Abmessung bzw. Höhe des Schaufelblattes. Zusätzlich oder alternativ beträgt in einer Ausführung eine radiale Abmessung bzw. Höhe des bzw. wenigstens eines, insbesondere aus dem ersten Material hergestellten, ersten Schaufelabschnitts wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, und/oder höchstens 1000%, insbesondere höchstens 500%, einer radialen Abmessung bzw. Höhe des zwischen diesem ersten Schaufelabschnitt und dem Schaufelblatt angeordneten zweiten Schaufelabschnitts.

[0035] In einer Ausführung wird/werden bzw. ist/sind die bzw. eine oder beide Plattform(en) integral mit dem Schaufelblatt, hergestellt.

[0036] In einer Ausführung weist die Turbomaschine ein ein- oder mehrteiliges Gehäuse auf, in dem die Leitschaufel verstellbar, insbesondere verdreh- bzw. schwenkbar, gelagert ist bzw. wird. Entsprechend ist die verstellbare Leitschaufel in einer Ausführung verdreh- bzw. schwenkbar in einem Gehäuse der Turbomaschine, insbesondere einem Gehäuseabschnitt einer Turbinen- oder Verdichterstufe der Gasturbine, gelagert bzw. hierzu eingerichtet, insbesondere mittels entsprechender Lagerflächen, insbesondere Umfangs-Lagerflächen. Eine Umfangs-Lagerfläche ist in einer Ausführung zur radialen Richtung rotationssymmetrisch und/oder stützt bzw. lagert die Leitschaufel in einer zur radialen Richtung senkrechten Umfangs- und/oder Axialrichtung bzw. ist hierzu eingerichtet.

[0037] In einer Ausführung weist die Turbomaschine eine ein- oder mehrteilige Verstellvorrichtung zum, insbesondere mechanischen, hydraulischen und/oder mo-

torisch, Verstellen der Leitschaufel auf, die damit, insbesondere deren Schnittstelle, insbesondere mechanisch, insbesondere form- und/oder reibschlüssig, gekoppelt ist bzw. wird.

[0038] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert, die einzige:

Fig. 1 eine verstellbare Leitschaufel einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0039] Fig. 1 zeigt eine verstellbare Leitschaufel einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0040] Diese weist ein Schaufelblatt 1 zur Umlenkung eines Arbeitsfluids der Turbomaschine sowie einen oberen bzw. radial äußeren Lagerbereich 2 und einen unteren bzw. radial inneren Lagerbereich 4 zur verstellbaren Lagerung der Leitschaufel in einem (nicht dargestellten) Gehäuse der Turbomaschine auf, die auf einander radial (vertikal in Fig. 1) gegenüberliegenden Seiten des Schaufelblatts 1 angeordnet sind.

[0041] Das Schaufelblatt 1 sowie diese begrenzende Plattformen 12, 14 und ein zweiter Schaufelabschnitt 6, der radial und unmittelbar an die radial äußeren Plattform 12 anschließt, sind integral aus einem zweiten Material hergestellt, insbesondere einer hochwarmfesten Superlegierung.

[0042] Ein radial innerer erster Schaufelabschnitt in Form des radial inneren Lagerbereichs 4 sowie ein radial äußerer erster Schaufelabschnitt 5, der zusammen mit dem zweiten Schaufelabschnitt 6 die Umfangs-Lagerfläche des radial äußeren Lagerbereichs 2 bildet sowie eine hieran anschließende Schnittstelle zur Koppelung mit einer Verstellvorrichtung 3 zum Verstellen der Leitschaufel und ein radial äußeres Ende der Leitschaufel mit einem Gewinde aufweist, auf das eine Mutter 8 zur Befestigung der Verstellvorrichtung 3 aufgeschraubt ist bzw. wird, sind bzw. werden jeweils aus einem von dem zweiten Material verschiedenen ersten Material hergestellt, insbesondere einem Material, welches gegenüber der hochwarmfesten Superlegierung eine bessere Spanbarkeit und/oder ein geringeres spezifisches Gewicht aufweist. In einer Abwandlung kann auch der radial innere oder äußerer erster Schaufelabschnitt aus dem zweiten Material oder einem von dem ersten und zweiten Material verschiedenen dritten Material hergestellt werden bzw. sein.

[0043] Der radial innere erste Schaufelabschnitt 4 wird bzw. ist mit der radial inneren Plattform 14 und der radial äußere erste Schaufelabschnitt 5 mit dem zweiten Schaufelabschnitt 6 in einer Fügestelle 7 durch Reibschweißen stoffschlüssig gefügt.

[0044] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei dar-

auf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

[0045]

- 1 Schaufelblatt
- 2 radial äußerer Lagerbereich
- 3 Verstellvorrichtung
- 4 radial innerer Lagerbereich
- 5 radial äußerer erster Schaufelabschnitt
- 6 zweiter Schaufelabschnitt
- 7 Fügestelle
- 8 Mutter

Patentansprüche

1. Verstellbare Leitschaufel für eine Turbomaschine, insbesondere eine Turbinenoder Verdichterstufe einer Gasturbine, die ein Schaufelblatt (1) zur Umlenkung eines Arbeitsfluids der Turbomaschine, das wenigstens teilweise aus einem zweiten Material hergestellt ist, und wenigstens einen ersten Schaufelabschnitt (4, 5) aufweist, der aus einem von dem zweiten Material verschiedenen ersten Material hergestellt ist.
2. Verstellbare Leitschaufel nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwei erste Schaufelabschnitte (4, 5) aufweist, die auf einander gegenüberliegenden Seiten des Schaufelblatts (1) angeordnet sind, wobei wenigstens einer dieser ersten Schaufelabschnitte (4, 5) aus dem von dem zweiten Material verschiedenen ersten Material hergestellt ist.
3. Verstellbare Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Material Metall und/oder eine Superlegierung aufweist und/oder hochwarmfest ist und/oder das erste Material Metall und/oder keine Superlegierung aufweist und/oder nicht hochwarmfest ist und/oder eine Streck- oder 0,2-%-Dehngrenze des zweiten Materials wenigstens das 1,1fache,

insbesondere wenigstens das 1,5fache einer Streck- bzw. 0,2-%-Dehngrenze des ersten Materials und/oder eine Dichte des zweiten Materials wenigstens das 1,1fache, insbesondere wenigstens das 1,5fache einer Dichte des ersten Material beträgt.

4. Verstellbare Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt (4, 5) spanend bearbeitet ist und/oder wenigstens ein Gewinde aufweist.
5. Verstellbare Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt (4, 5), insbesondere stoffschlüssig, gefügt ist, insbesondere durch Schweißen, insbesondere Reibschweißen.
6. Verstellbare Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt (4, 5) ein radiales Ende und/oder wenigstens einen Teil einer Lagerfläche (2) und/oder einer Schnittstelle zum Koppeln einer Verstellvorrichtung (3) zum Verstellen der Leitschaufel aufweist.
7. Verstellbare Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein, insbesondere aus dem ersten Material hergestellter, erster Schaufelabschnitt (4, 5) an eine das Schaufelblatt (1) begrenzende Stirnseite oder Plattform (12, 14) oder einen zweiten Schaufelabschnitt (6) anschließt, der auf einer dem Schaufelblatt (1) gegenüberliegenden Seite der Stirnseite oder Plattform (12, 14) angeordnet ist.
8. Verstellbare Leitschaufel nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattform (12, 14) und/oder der zweite Schaufelabschnitt (6) wenigstens teilweise aus dem zweiten Material, insbesondere integral mit dem Schaufelblatt (1), hergestellt ist.
9. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit einem Gehäuse, wenigstens einer verstellbaren Leitschaufel, insbesondere einer Turbinen- oder Verdichterstufe, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in dem Gehäuse verstellbar gelagert ist, und einer damit gekoppelten Verstellvorrichtung (3) zum Verstellen dieser Leitschaufel.
10. Verfahren zum Herstellen einer verstellbaren Leitschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten: Herstellen des Schaufelblat-

tes (1) aus dem zweiten Material; Herstellen wenigstens eines ersten Schaufelabschnittes (4, 5) aus dem ersten Material und stoffschlüssiges Verbinden des Schaufelblattes (1) mit dem wenigstens einen ersten Schaufelabschnitt (4,5).

5

10

15

20

25

30

35

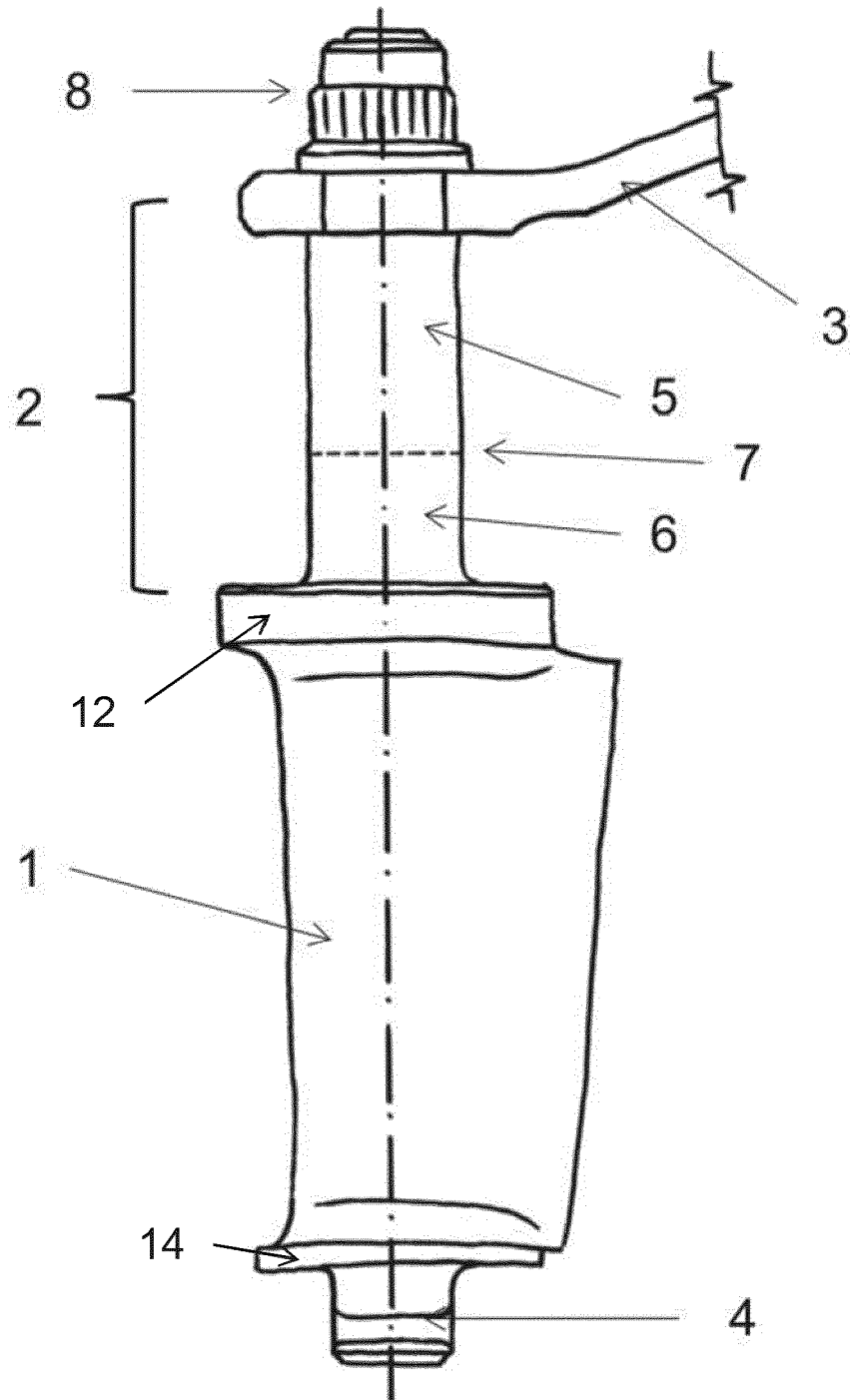
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 0548

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	WO 2014/099530 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) * Absätze [0001], [0002], [0041], [0042], [0048] - [0051]; Abbildungen *	1-10	INV. F01D5/28 F01D17/16
X	DE 42 37 031 C1 (MTU MUENCHEN GMBH [DE]) 10. Februar 1994 (1994-02-10) * Abbildung 2a * * das ganze Dokument *	1-10	
X	WO 2015/147964 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) * Absatz [0040]; Abbildung 2 *	1-10	
X	US 2015/167490 A1 (HENNEQUIN STEPHANE PIERRE ROGER [FR] ET AL) 18. Juni 2015 (2015-06-18) * Absatz [0042] - Absatz [0053]; Abbildungen *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. August 2016	Prüfer Georgi, Jan
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)

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

EP 16 16 0548

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.

31-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014099530 A1	26-06-2014	EP 2935841 A1	28-10-2015
		US 2014169950 A1	19-06-2014
		WO 2014099530 A1	26-06-2014
DE 4237031 C1	10-02-1994	DE 4237031 C1	10-02-1994
		EP 0596386 A1	11-05-1994
		ES 2085703 T3	01-06-1996
		US 5380152 A	10-01-1995
WO 2015147964 A2	01-10-2015	KEINE	
US 2015167490 A1	18-06-2015	FR 3014964 A1	19-06-2015
		GB 2522770 A	05-08-2015
		US 2015167490 A1	18-06-2015

EPO FORM P0461

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