(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 232 000 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16165557.6**

(22) Anmeldetag: **15.04.2016**

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

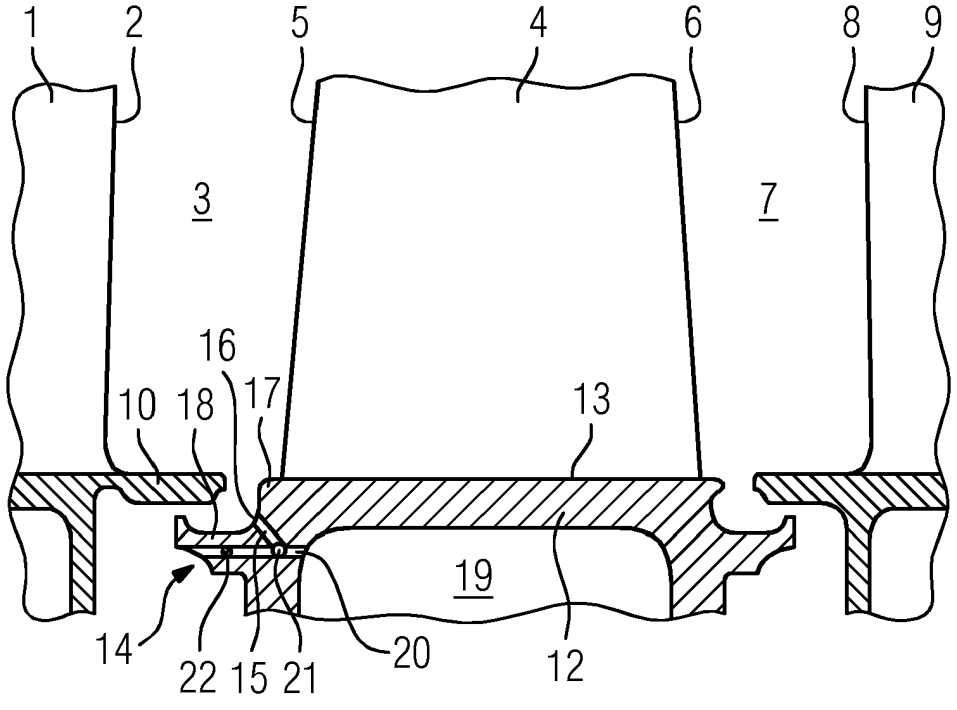
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Dreher, Horst-Michael**
  10715 Berlin (DE)
- **Zhou, Kunyuan**
  10707 Berlin (DE)

(54) **PLATTFORM EINER LAUFSCHAUFEL MIT FILMKÜHLUNGSÖFFNUNGEN AN DER PLATTFORM UND ZUGEHÖRIGE STRÖMUGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Plattform einer Laufschaufel (4) für eine Strömungsmaschine, wobei die Plattform (12) eine Ebene (13) aufweist, aus der die Laufschaufel (4) herausragt und auf der der Laufschaufel (4) abgewandten Seite ein Vorsprung (14) herausragt, der beim Einbau in die Strömungsmaschine zu einem in axialer Richtung benachbarten Leitschaufelabschluss (10) ragen kann, so dass sich zwischen dem Vorsprung (14) und dem Leitschaufelabschluss (10) ein Zwischenraum ausbilden kann, der nicht dem Hauptgasstrom des in der Strömungsmaschine zu entspannenden oder zu komprimierenden Gases ausgesetzt ist. Die Plattform ist dadurch ausgezeichnet, dass auf dem Vorsprung (14) mindestens ein Loch (16) vorhanden ist, durch das aus einer Kühlluftversorgung (15) der Laufschaufel strömendes Kühlfluid austreten kann, wobei das Loch (16) so geneigt ist, dass die Ausbildung einer Filmkühlung auf dem Vorsprung (14) bewirkt werden kann. Eine zugehörige Strömungsmaschine wird ebenfalls präsentiert.

FIG 1



EP 3 232 000 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Plattform einer Laufschaufel mit Filmkühlung an der Plattform.

[0002] Laufschaufeln sind in Strömungsmaschinen, insbesondere in Turbinen, vor allem in Gasturbinen, hohen Temperaturen ausgesetzt. Dies gilt vor allem für die Bereiche, die dem zu entspannenden heißen Gas ausgesetzt sind. In den Bereichen am Rand zwischen Laufschaufelbefestigung und Leitschaufelabschluss bilden sich Randkavitäten aus. Wenngleich diese nicht dem Hauptstrom des heißen Gases ausgesetzt sind, können sich dort dennoch hohe Temperaturen ergeben. Um dies zu vermeiden wird für eine Strömung in radialer Richtung von innen nach außen gesorgt. Hierzu dient etwa ein Reinigungsgas oder Luft. Hierbei geht es oft darum aggressive Gase, die eine Korrosion bewirken würden, gleichsam auszublasen. Die damit einhergehende Kühlung ist ein weiterer Effekt. Dabei genügt es oft das Eindringen von heißem Gas zu verhindern.

[0003] Eine Kühlung eines Hohlraums neben der Plattform ist aus der EP 2 388 435 A2 bekannt.

[0004] Aus der US 2009/023660 A1 ist eine Kühlung der Plattform durch Kühlluftpassagen in der Plattform bekannt.

[0005] Aus der EP 1 205 634 A2 ist eine Plattform bekannt, an der eine Laufschaufel befestigt ist. An der der Laufschaufel abgewandten Seite geht in Einbaulage in Axialrichtung ein Vorsprung ab, der parallel zur Plattform verläuft. Am Ende des Vorsprungs sind Löcher vorhanden, aus denen Kühlluft austreten kann. Die Kühlluft kann in einen Gasstrom münden, der durch einen Zwischenraum zwischen der Laufschaufelbefestigung und der inneren Plattform der benachbarten Leitschaufel radial von innen nach außen strömt.

[0006] Aus der EP 1 795 707 A2 ist bekannt, dass an einer Plattform einer Leitschaufel seitlich Kühlluft austritt.

[0007] Aus der EP 2 423 435 A1 ist eine Plattform einer Laufschaufel bekannt. Aus der Plattform tritt seitlich Kühlluft in einen Zwischenraum zur inneren Plattform der benachbarten Leitschaufel.

[0008] Die genannten Lösungen sorgen für eine Kühlung der Plattformen im Bereich des Zwischenraums zu einer inneren Plattform einer benachbarten Leitschaufel. Aufgabe der Erfindung ist es die Kühlung weiter zu verbessern. Die Lösung findet sich in den unabhängigen Ansprüchen. Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterentwicklungen an.

[0009] Es wird eine Plattform einer Laufschaufel für eine Strömungsmaschine bereitgestellt, wobei die Plattform eine Ebene aufweist, aus der die Laufschaufel herausragt und auf der der Laufschaufel abgewandten Seite ein Vorsprung herausragt, der beim Einbau in die Strömungsmaschine zu einem in axialer Richtung benachbarten Leitschaufelabschluss ragen kann. Damit kann sich zwischen dem Vorsprung und dem Leitschaufelabschluss ein Zwischenraum ausbilden, der nicht dem Hauptgasstrom des in der Strömungsmaschine zu entspannenden oder zu komprimierenden Gases ausgesetzt ist.

[0010] Das Merkmal, wonach der Vorsprung zu einem in axialer Richtung benachbarten Leitschaufelabschluss ragen kann, soll zur Vermeidung von Missverständnissen kurz erläutert werden. Da die Leitschaufeln nicht rotieren, kann am radial innen liegenden Ende keine Befestigung an der Achse erfolgen. Die Leitschaufel hat im radialen Bereich der Plattform der Laufschaufeln notwendiger Weise einen wie auch immer gearteten Leitschaufelabschluss. Der Leitschaufelabschluss erfolgt oft nicht immer in einer geraden Linie; es kann sich um Abstufungen oder dergleichen handeln. Auch können sich gleichsam Einbuchtungen ergeben. Der Vorsprung kann etwa in einen Raum ragen, der in radialer Richtung innerhalb des Leitschaufelabschlusses liegt. So es sich um einen nicht geraden Leitschaufelabschluss handelt, kann es auch sein, dass der Vorsprung in einen Raum ragt, der an dieser Stelle radial innerhalb des Leitschaufelabschlusses liegt, während an anderen Stellen der Leitschaufelabschluss radial weiter innen liegt. Dies kann etwa bei einem abgestuften Leitschaufelabschluss der Fall sein. Auch kann der Vorsprung in eine Einbuchtung des Leitschaufelabschlusses ragen. Entscheidend ist die Ausbildung eines Zwischenraums zwischen Vorsprung und Leitschaufelabschluss, der nicht dem Hauptgasstrom des in der Strömungsmaschine zu entspannenden oder zu komprimierenden Gases ausgesetzt ist. Es versteht sich, dass der Vorsprung, der im Betrieb rotiert, den ruhenden Leitschaufelabschluss im Normalfall nicht berühren darf.

[0011] Mit dem Begriff Hauptgasstrom des in der Strömungsmaschine zu entspannenden oder zu komprimierenden Gases, soll ausgedrückt werden, dass es eine Strömung gibt, die für den Betrieb wesentlich ist. Etwa in einer Gasturbine muss das Gas gelenkt durch Leitschaufeln auf die Laufschaufeln strömen und diese durch Entspannung des Gases zur Gewinnung mechanischer Arbeit antreiben. Dies soll der Hauptgasstrom sein.

[0012] Daneben strömt ein kleiner Teil des heißen Gases, vielfach unerwünscht, in diverse Zwischenräume in der Turbine. Diese Strömung soll nicht der Hauptgasstrom sein. Es versteht sich, dass es sich beim Gas auch um ein Gasgemisch handeln kann.

[0013] Die Plattform zeichnet sich dadurch aus, dass auf dem Vorsprung mindestens ein Loch vorhanden ist, durch das aus einer Kühlmittelversorgung der Laufschaufel strömendes Kühlfluid austreten kann, wobei das Loch so geneigt ist, dass die Ausbildung einer Filmkühlung auf dem Vorsprung bewirkt werden kann. Die Ausbildung einer Filmkühlung bringt einen entscheidenden Vorteil. Damit kann mit weniger Kühlluft eine Kühlung erreicht werden. Wichtig ist dabei, dass sich ein Film mit Kühlluft ausbildet, der verhindert, dass heißes Gas an die Plattform strömt. Oft steht bei der Filmkühlung nicht die Abfuhr der Wärme durch Kühlluft im Vordergrund, sondern die Verhinderung der Wärmezufuhr durch anströmendes heißes Gas.

[0014] Zu bedenken ist, dass die Kühlluft bei einer Turbine dem heißen Gas, das unter Gewinnung mechanischer Arbeit entspannt werden soll, zugemischt wird. Diese Zumischung senkt die gewinnbare mechanische Arbeit und damit den Wirkungsgrad der Turbine. Daher ist es vorteilhaft die erforderliche Kühlung mit möglichst wenig Kühlluft zu erreichen.

[0015] Damit sich eine Filmkühlung ausbildet, ist das Loch geneigt. Die Neigung bewirkt, dass die aus dem Loch austretende Kühlluft an der Oberfläche des Vorsprungs entlang in Form eines Films strömen kann. Damit kann eine Filmkühlung ausgebildet werden.

[0016] Die Neigung des Lochs ist ein wesentlicher konstruktiver Unterschied, der im eingangs erwähnten Stand der Technik nicht erwähnt ist. Auch wenn es sich dabei um eine einfach zu erreichende und auf den ersten Blick vielleicht geringfügig scheinende Modifikation handelt, ist es doch eine entscheidend Maßnahme um die wichtige Filmkühlung zu bewirken.

[0017] In einer Ausführungsform der Plattform führt die bewirkte Strömung vom Vorsprung zur Ebene. Dies wird durch die geeignete Neigung und Anordnung des Lochs erreicht. Die Filmkühlung kann sich auch bis zur Laufschaufelvorderkante erstrecken.

[0018] In einer Ausführungsform der Plattform weist der Vorsprung einen ersten Bereich auf, der in einem Winkel zur Ebene von der Ebene wegführt, wobei der erste Bereich in einen zweiten Bereich übergeht, der weitgehend parallel zur Ebene oder in einem Winkel kleiner 45° zur Ebene liegt. Der Vorsprung bildet in dieser Ausführungsform gleichsam eine Stufe unterhalb der Ebene.

[0019] Das Merkmal, wonach der erste Bereich in einem Winkel zur Ebene abgeht, soll klarstellen, dass der Vorsprung in dieser Ausführungsform nicht gleichsam eine Fortsetzung der Ebene sein soll. Dabei kann der erste Bereich weitgehend senkrecht zur Ebene von der Ebene wegführen. Es sind aber auch kleinere Winkel möglich. In der Regel ist der Winkel aber nicht kleiner als 45°. Soweit der erste Bereich weitgehend senkrecht zur Ebene von der Ebene wegführt, ist klar, dass es sich keinesfalls um einen exakten rechten Winkel handeln muss.

[0020] Auch der zweite Bereich muss offenkundig nicht exakt parallel zur Ebene liegen. Es ist vielmehr eine deutliche Abweichung von der parallelen Ausrichtung möglich. Hierbei kommen auch Winkel bis zu 45° in Betracht

[0021] Es wird klar dass neben den oben genannten Bereichen der Vorsprung noch weitere Bereiche aufweisen kann. So etwa einen seitlichen Abschluss des Vorsprungs, der weitgehend senkrecht zur Ebene und damit überwiegend parallel zum ersten Bereich liegt.

[0022] In einer Ausführungsform verlaufen der erste Bereich und/oder der zweite Bereich und/oder der Übergangsbereich vom ersten Bereich in den zweiten Bereich zumindest teilweise rund, so dass sich der Winkel zur Ebene entlang der jeweiligen Bereiche ändert. Solche runden Bereiche verhindern oft unerwünschte Strömungen an Kanten.

[0023] In einer Ausführungsform der Plattform ist das Loch im Übergangsbereich vom ersten Bereich in den zweiten Bereich angeordnet. Durch ein Loch dort kann die Filmkühlung effektiv bewirkt werden und damit die in diesem Bereich ansonsten zu befürchtende Anströmung der Plattform durch heißes Gas verhindert werden.

[0024] In einer Ausführungsform der Plattform ist eine Mehrzahl von Löchern angeordnet. Durch mehrere Löcher kann ein hinreichender Volumenstrom an Kühlluft erreicht werden, ohne dass eine besonders hohe Geschwindigkeit der ausströmenden Kühlluft erforderlich wird. Dies begünstigt, dass die Kühlluft an der Oberfläche des Vorsprungs bleibt, also sich dort ein Kühlluftfilm für die Filmkühlung ausbildet.

[0025] Vor allem kann durch eine Mehrzahl von Löchern an verschiedenen Stellen Kühlluft austreten, so dass in einem geometrisch größeren Bereich Kühlluft bereitgestellt werden kann.

[0026] In einer Ausführungsform der Plattform ist die Mehrzahl von Löchern in einer Linie nebeneinander angeordnet. Dabei ist insbesondere daran zu denken, in der Linie, in der der oben beschriebene erste Bereich des Vorsprungs in den zweiten Bereich übergeht, nebeneinander mehrere Löcher anzuordnen. Eingebaut in die Strömungsmaschine ergibt sich mithin eine Anordnung einer Mehrzahl von Löchern entlang einer Umfangslinie.

[0027] In einer Ausführungsform der Plattform ist ein halbseitig offener Schaufelseitenraum der Laufschaufel, der radial innerhalb der Ebene der Plattform liegt, Teil der Kühlmittelversorgung. Ein solcher Schaufelseitenraum ist oft gut unterzubringen und gestattet eine effiziente Kühlmittelversorgung, gerade für die vorliegende Kühlung.

[0028] Geschützt werden soll auch eine Strömungsmaschine enthaltend Laufschaufeln mit einer oben beschriebenen Plattform.

[0029] In einer Ausführungsform der Strömungsmaschine ragt der Vorsprung jeweils einer Plattform in den Leitschaufelabschluss einer in axialer Richtung benachbarten Leitschaufel. Die genaue Ausgestaltung und die Vorteile einer solchen Ausgestaltung sind weiter oben bei der Erläuterung der Plattform als solcher bereits dargestellt.

Ausführungsbeispiel

[0030] Die Erfindung soll unter Nutzung von Figuren nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittdarstellung einer Plattform mit Vorsprung

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Laufschaufel auf einer Plattform

[0031] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer als Gasturbine ausgebildeten Strömungsmaschine in einem

Schnitt in einer Ebene parallel zur Achse der Gasturbine. Der Pfeil zeigt die Strömungsrichtung des Hauptgasstroms des zu entspannenden Gases und folgt der Axialrichtung. Senkrecht dazu ist die Radialrichtung.

[0032] Zu erkennen ist eine erste Leitschaufel 1, die in axialer Richtung mit einer Leitschaufelhinterkante 2 endet. Nach einem Zwischenraum 3 folgt eine Laufschaufel 4, begrenzt von einer Laufschaufelvorderkante 5 und einer Laufschaufelhinterkante 6. Nach einem weiteren Zwischenraum 7 folgt eine Leitschaufelvorderkante 8 der Leitschaufel 9.

[0033] Am radial innen liegenden Ende der Leitschaufel 1 ist ein Leitschaufelabschluss 10 angeordnet. Zu erkennen ist die gezeigte Erstreckung in Richtung der benachbarten Laufschaufel 4. Am radial innen liegenden Ende der Laufschaufel 4 ist eine Plattform 12 angeordnet. Die Plattform 12 endet an ihrem radial außen liegenden Ende mit der Ebene 13, aus der die Laufschaufel 4 herausragt. Auf der der Laufschaufel 4 abgewandten Seite der Plattform 12 ragt ein Vorsprung 14 heraus. Der Vorsprung 14 ragt zum benachbarten Leitschaufelabschluss 10.

[0034] Gezeigt ist nur der radial innen liegende Bereich. Der radial außen liegende Bereich mit der Befestigung der Leitschaufeln 1 und 9 sowie mit dem radial außenliegenden Ende der Laufschaufel 4 ist nicht dargestellt. Die Leitschaufeln 1 und 9 sowie die Laufschaufel 4 sind wie üblich gekrümmt. Dies wird später in Fig. 2 deutlich.

[0035] In der Plattform 12 verläuft als Teil einer Kühlmittelversorgung ein Kühlmittelkanal 15, der zu einem Loch 16 führt. Wie zu erkennen liegt das Loch 16 in einem Übergangsbereich von einem ersten weitgehend senkrecht zur Ebene 13 liegenden Bereich 17 in einen zweiten weitgehend parallel zur Ebene 13 liegenden Bereich 18.

[0036] Das Loch 16 ist so geneigt, dass die austretende Kühlluft vom Loch 16 am Vorsprung 14 entlang, genauer gesagt entlang dem ersten Bereich 17, zur Ebene 13 unter Ausbildung eines Films strömt. Es bildet sich also eine Filmkühlung aus, die vor allem verhindert, dass heißes Gas an die Plattform 12 strömt.

[0037] Der Kühlkanal 15 mündet in weitere Kühlkanäle, die parallel zur Ebene 13 der Plattform verlaufen. Diese können durch eine seitliche Bohrung hergestellt werden und anschließend verschlossen werden, etwa durch Verschweißen. So erstreckt sich von einem radial innerhalb der Plattform 12 liegenden Schaufelseitenraum 19 bis zu dem Vorsprung 14 ein Kanal 20. Dieser kann durch Bohren nachträglich hergestellt sein. An einer Verzweigung 21 zweigt der Kühlkanal 15 ab. Der Kanal 20 ist vorsprungsseitig mit einem Schweißverschluss 22 versehen, um zu erreichen, dass Kühlluft an der Abzweigung 21 in den Kühlkanal 15 strömt und nicht im Kanal 20 weiterströmt.

[0038] Die perspektivische Darstellung von Fig. 2 ergibt sich aus einem Blick gleichsam radial von außen nach innen. In Fig. 2 sind eine Reihe von Details dargestellt, die für die vorliegende Erfindung keine Rolle spielen und daher nicht beschrieben werden. Die Leitschaufel 4 ist abgeschnitten dargestellt. Zu erkennen ist in Fig. 2 links die Laufschaufelvorderkante 5 und rechts die Laufschaufelhinterkante 6. Die Laufschaufel 4 ragt aus der Plattform 12 heraus. Aufgrund der vielen Details ist die Ebene 13 womöglich nicht so klar zu erkennen.

[0039] Wichtig an der Darstellung von Fig.2 ist, dass mehrere Löcher 16 zu erkennen sind. Die Löcher 16 sind in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet. Ausgehend von den Löchern 16 bildet sich ein Kühlluftfilm aus, der vom Vorsprung 14 zur Ebene 13 und dort zur Laufschaufelvorderkante 5 strömt.

[0040] Zur Herstellung des Kühlmittelkanals 20, in den der Kühlmittelkanal 15 mündet, wird zuerst eine Bohrung vorgenommen, die anschließend insbesondere durch Verschweißen wieder geschlossen wird, damit die Kühlluft nicht ungewünscht entweicht, sondern durch den Kühlmittelkanal 15 und die Löcher 16 strömt.

[0041] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Plattform einer Laufschaufel (4) für eine Strömungsmaschine, wobei die Plattform (12) eine Ebene (13) aufweist, aus der die Laufschaufel (4) herausragt und auf der der Laufschaufel (4) abgewandten Seite ein Vorsprung (14) herausragt, der beim Einbau in die Strömungsmaschine zu einem in axialer Richtung benachbarten Leitschaufelabschluss (10) ragen kann, so dass sich zwischen dem Vorsprung (14) und dem Leitschaufelabschluss (10) ein Zwischenraum ausbilden kann, der nicht dem Hauptgasstrom des in der Strömungsmaschine zu entspannenden oder zu komprimierenden Gases ausgesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Vorsprung (14) mindestens ein Loch (16) vorhanden ist, durch das aus einer Kühlmittelversorgung (15) der Laufschaufel strömendes Kühlfluid austreten kann, wobei das Loch (16) so geneigt ist, dass die Ausbildung einer Filmkühlung auf dem Vorsprung (14) bewirkt werden kann.

2. Plattform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewirkte Strömung vom Vorsprung (14) zur Ebene (13) führt.

3. Plattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung einen ersten Bereich (17) aufweist, der in einem Winkel zur Ebene (13) von der Ebene (13) wegführt, wobei der erste Bereich (17) in einen zweiten Bereich (18) übergeht, der weitgehend parallel zur

Ebene (13) oder in einem Winkel kleiner 45° zur Ebene (13) liegt.

4. Plattform nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Bereich (17) und/oder der zweite Bereich (18) und/oder der Übergangsbereich (19) vom ersten Bereich in den zweiten Bereich zumindest teilweise rund verlaufen, so dass sich der Winkel zur Ebene (13) entlang dem jeweiligen Bereich ändert.

5. Plattform nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Loch (16) im Übergangsbereich vom ersten Bereich (17) in den zweiten Bereich (18) angeordnet ist.

6. Plattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Löchern (16) angeordnet ist.

7. Plattform nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl von Löchern (16) in einer Linie nebeneinander angeordnet ist.

8. Plattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein halbseitig offener Schaufelseitenraum (19) der Laufschaufel (4), der radial innerhalb der Ebene (13) der Plattform (12) liegt, Teil der Kühlmittelversorgung ist.

9. Strömungsmaschine enthaltend Laufschaufeln (4) mit einer Plattform (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10. Strömungsmaschine nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (14) jeweils einer Plattform (12) in den Leitschaufelabschluss (10) einer in axialer Richtung benachbarten Leitschaufel (1) ragt.

FIG 1

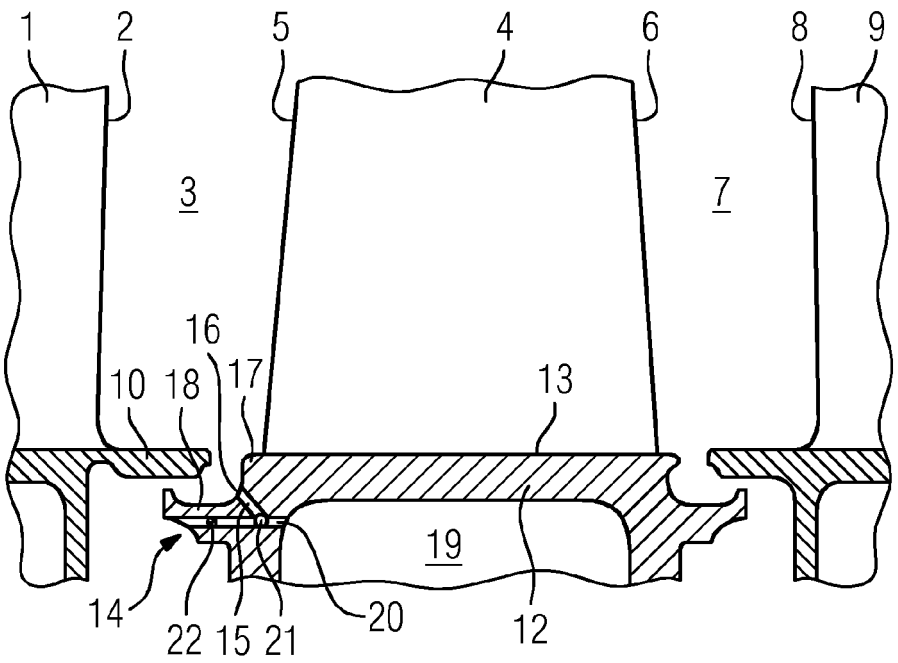
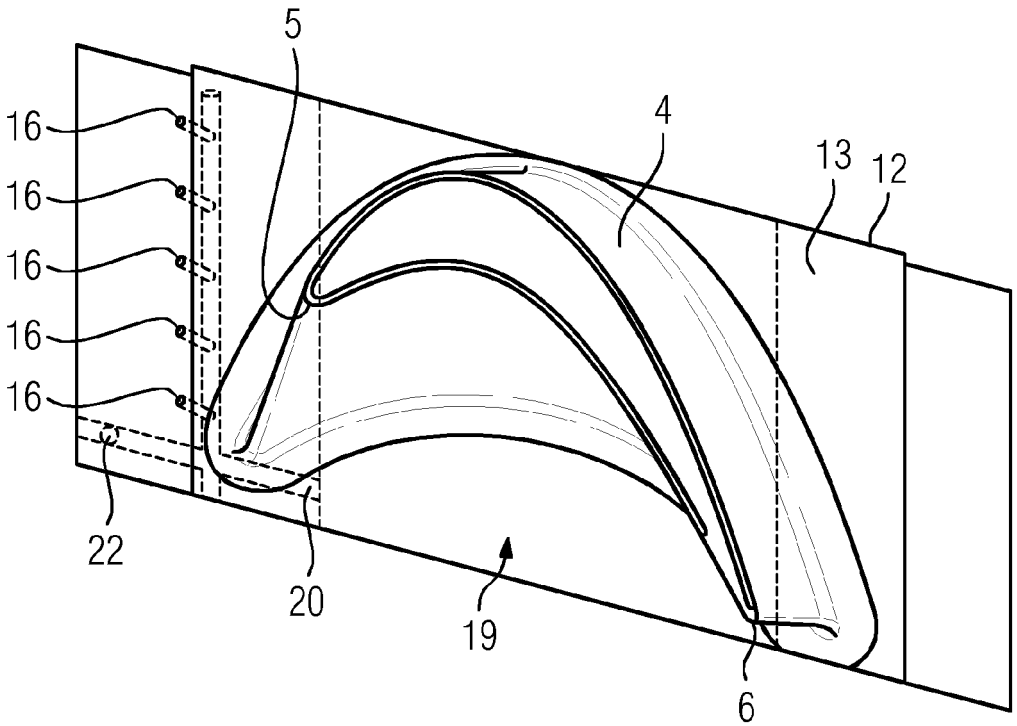

1
2
5
4
6
8
9
3
7
16
10
18
17
13
19
14
22
15
21
20
12

FIG 2


5
4
13
12
16
16
16
16
16
22
20
19
6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 16 5557

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/056073 A1 (FEDOR MICHAEL JAMES [US] ET AL) 26. Februar 2015 (2015-02-26) * Abbildungen 1-5 * * Seite 2, Absatz [0020] - Seite 3, Absatz [0029] *	1-10	INV. F01D5/18
X	US 2014/154063 A1 (ZHANG XIUZHANG JAMES [US] ET AL) 5. Juni 2014 (2014-06-05) * Abbildungen 1-4 * * Seite 2, Absatz [0017] - Seite 3, Absatz [0025] *	1-4,6,7, 9,10	
X	US 2010/054954 A1 (ITZEL GARY MICHAEL [US] ET AL) 4. März 2010 (2010-03-04) * Abbildungen 1-6 * * Seite 1, Absatz ü0013] - Seite 3, Absatz [0020] *	1-10	
X	WO 2013/165503 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 7. November 2013 (2013-11-07) * Abbildungen 1-6 * * Seite 6, Zeile 16 - Seite 7, Zeile 22 *	1-7,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	28. September 2016	Lutoschkin, Eugen

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 : nichtschriftliche 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 5557

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.

28-09-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015056073 A1	26-02-2015	CH 708487 A2	27-02-2015
		CN 104420892 A	18-03-2015
		DE 102014111510 A1	26-02-2015
		JP 2015040566 A	02-03-2015
		US 2015056073 A1	26-02-2015
US 2014154063 A1	05-06-2014	EP 2740898 A1	11-06-2014
		JP 2014114810 A	26-06-2014
		US 2014154063 A1	05-06-2014
US 2010054954 A1	04-03-2010	CN 101666244 A	10-03-2010
		DE 102009043866 A1	06-05-2010
		JP 5715331 B2	07-05-2015
		JP 2010059966 A	18-03-2010
		US 2010054954 A1	04-03-2010
WO 2013165503 A2	07-11-2013	EP 2815113 A2	24-12-2014
		SG 11201403225X A	26-09-2014
		US 2013209233 A1	15-08-2013
		WO 2013165503 A2	07-11-2013

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 2388435 A2 **[0003]**
- US 2009023660 A1 **[0004]**
- EP 1205634 A2 **[0005]**
- EP 1795707 A2 **[0006]**
- EP 2423435 A1 **[0007]**