

(19)



(11)

EP 3 658 751 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.07.2021 Patentblatt 2021/27

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

(21) Anmeldenummer: **18779293.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/075288

(22) Anmeldetag: **19.09.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/057743 (28.03.2019 Gazette 2019/13)

(54) **SCHAUFELBLATT FÜR EINE TURBINENSCHAUFEL**

BLADE FOR A TURBINE BLADE

AUBAGE D'AUBE DE TURBINE

(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

(30) Priorität: **25.09.2017 DE 102017216926**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.06.2020 Patentblatt 2020/23

(73) Patentinhaber: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **GROSS, Heinz-Jürgen**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 584 790 DE-A1-102016 123 525
JP-A- 2011 111 947 US-B1- 7 497 655

EP 3 658 751 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 Schaufelblatt für eine Turbinenschaufel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie beispielsweise in der DE 10 2016 123 525 A1 offenbart.

[0002] Ein dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entsprechendes Schaufelblatt ist aus dem umfangreichen vorhandenen Stand der Technik längstens bekannt. Das Schaufelblatt und insbesondere auch die gesamte Gasturbinenschaufel werden in der Regel in einem Feingussverfahren hergestellt, so dass im Inneren des Schaufelblatts Hohlräume vorhanden sind. Diese Hohlräume sind von einem Kühlmittel, zumeist Kühlluft, durchströmbar, damit das metallische Material des Schaufelblatts und der Turbinenschaufel den im Betrieb auftretenden hohen Temperaturen dauerhaft Stand halten kann.

[0003] Zur Kühlung werden längst bekannte unterschiedliche Kühlkonzepte verwendet, von denen eines als Prallkühlung bezeichnet wird. Bei dieser treffen Kühlluftstrahlen in einem nahezu senkrechten Winkel auf die Innenflächen der metallischen Schaufelwand auf, um die darin enthaltene Wärmeenergie aufzunehmen und anschließend mit sich abzutransportieren. Die zur Ausbildung der Prallkühlung erforderlichen Prallkühlwände können einerseits mit gegossen werden oder andererseits durch Einbau metallischer Blecheinsätze bereitgestellt werden. Gegossene Prallkühlungen bedürfen aufgrund der Herstellung jedoch einem Mindestabstand zwischen der zu kühlenden Wandfläche und der die Prallkühlöffnungen aufweisenden Prallkühlwand, da die dafür erforderlichen Gusskerne selber eine Mindestwandstärke für eine ausreichende Festigkeit benötigen. Sofern die perforierte Prallkühlwand als Einsatz in einem Schaufelblatt montiert ist, bedarf es dafür weiterer Herstellungs- und Montageschritte, die den Aufwand zur Herstellung der Turbinenschaufel erhöhen. Darüber hinaus können zum einen Undichtigkeiten an der Nahtstelle zwischen dem eingesetzten Prallkühleinsatz und Gussbauteil und zum anderen Verschleißerscheinungen auftreten, was die Kühleffizienz bzw. die Lebensdauer beeinträchtigen kann.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines langlebigen Schaufelblatts für eine Turbinenschaufel, welches eine besonders effiziente Kühlung der Seitenwände des Schaufelblatts ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Schaufelblatt gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind jeweils Gegenstand abhängiger Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0006] Die vorliegende Erfindung schlägt vor, dass bei einem Schaufelblatt für eine Turbinenschaufel, umfassend eine saugseitige Seitenwand und eine druckseitige Seitenwand, die sich entlang einer Profilmittenlinie von einer gemeinsamen Vorderkante zu einer gemeinsamen Hinterkante und in einer Spannweiterichtung von einem fußseitigen Ende zu einem kopfseitigen Ende erstre-

ckend einen Hohlraum zumindest teilweise umschließen, wobei längs der Spannweite im Inneren eine erste perforierte Prallkühlwand zur Prallkühlung der Vorderkante und zumindest eine weitere perforierte Prallkühlwand zur Prallkühlung eines Abschnitts der saugseitigen und/oder druckseitigen Seitenwand vorgesehen ist, die Prallkühlöffnungen der ersten Prallkühlwand und die Prallkühlöffnungen der zumindest einen weiteren Prallkühlwand strömungstechnisch in Reihe geschaltet sind. Mit anderen Worten: Es wird eine kaskadierte Prallkühlung im Inneren des Schaufelblatts vorgeschlagen, wobei ausgehend von einer ersten Prallkühlung an der Vorderkante saugseitig und/oder druckseitig zumindest einen weiteren Prallkühlabschnitt, vorzugsweise zwei weitere Prallkühlabschnitte, je Seitenwand kaskadierend nachgeschaltet ist bzw. sind.

[0007] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass eine in Reihe geschaltete Prallkühlung (kaskadierte Prallkühlung) es erlaubt, die Kühlluft mehrfach zu nutzen und damit eine Vergleichmäßigung der Temperaturverteilung längs des Querschnitts zu erzielen. Der thermisch am höchsten belastete Bereich des Schaufelblatts, d.h. der Bereich um die Vorderkante herum, wird in einem ersten Prallkühlabschnitt mit der kühlfesten Kühlluft gespeist und prallgekühlt. Während der ersten Prallkühlung heizt sich die Kühlluft erstmalig auf und die Schaufeltemperatur in der Umgebung der Vorderkante wird auf ein erträgliches Maß reduziert. Die aufgeheizte Kühlluft wird anschließend in einem stromab gelegenen Abschnitt des Schaufelblatts geführt und dort erneut zur Prallkühlung der Seitenwand verwendet, wodurch die dortige Seitenwand ebenso in ihrer Temperatur abgesenkt und die Kühlluft wiederum aufgeheizt wird. Damit wird eine effiziente Verwendung von Kühlluft erreicht, so dass - verglichen mit konventionellen Schaufelblättern - die eingesparte Kühlluft zur Effizienzsteigerung der Gasturbine herangezogen werden kann.

[0008] Weil die aufgeheizte Kühlluft gezielt in nachfolgenden Abschnitten eine geringere Kühlwirkung erzielt, kann die thermische Verzweigung über den Schaufelquerschnitt reduziert werden. Dies kann die thermo-mechanische Belastung des metallischen Schaufelblatts reduzieren, was zu einer erhöhten Lebensdauer des Schaufelblatts führen kann. Aufgrund der Tatsache, dass die in Reihe geschaltete Prallkühlung geringe Querströmungskomponenten in Spannweiterichtung aufweist, ist diese vergleichsweise effizient.

[0009] Zwischen der betreffenden Prallkühlwand und der Innenseite der zugehörigen Seitenwand ist zudem ein Prallkühlraum vorgesehen, wobei stromab des betreffenden Prallkühlraums ein Sammelraum vorgesehen ist, der unmittelbar stromauf an der stromab gelegenen weiteren Prallkühlwand angrenzt. Die relativen Begriffe "stromauf" und "stromab" beziehen sich auf die Strömungsrichtung der Kühlluft im Inneren des Schaufelblatts, sofern nichts anderes erwähnt. Die Sammelräume dienen als Kavitäten, in denen das nach einer Prallkühlung weiter aufgeheizte Kühlmittel einerseits gesammelt

werden kann und es aus dem andererseits durch die Prallkühlöffnungen der nachfolgenden Prallkühlwand zur weiteren Prallkühlung hindurchtreten kann. Für den Fall, dass aufgrund von Bauteiltoleranzen längs der Spannweite betrachtet unterschiedliche Durchströmungsquerschnitte lokal vorhanden sind, erstrecken sich die Sammelräume in Spannweiterichtung vorzugsweise über die gesamte Länge des Schaufelblatts. Folglich kann eine Vergleichmäßigung des Drucks im Sammelraum erfolgen.

[0010] Weiter ist der Sammelraum teilweise von einem Vorsprung begrenzt, welcher prallgekühlt ist. Dafür sind seitenwandnahe Auslassöffnungen in einer Rippe angeordnet, die sich gemäß einer Querschnittsebene von einem saugseitigen Rippenende zu einem druckseitigen Rippenende erstreckt. Mit dieser Ausgestaltung kann eine vergleichmäßigte Temperatur der saugseitigen und/oder druckseitigen Seitenwand längs des Schaufelprofils, also von Vorderkante in Richtung der Hinterkante, erreicht werden.

[0011] Weiter bevorzugt ist zwischen dem ersten Sammelraum und dem ersten Prallkühlraum ein Versorgungskanal zum Zuführen von Kühlmittel zur Kühlung der Vorderkante vorgesehen. Dieser Versorgungskanal erstreckt sich vorzugsweise über die gesamte Spannweite des Schaufelblatts. Dabei kann er, weiter bevorzugt, von seinem fußseitigen Ende zu dem kopfseitigen Ende spitzer werdend zulaufend sein, so dass unter der Voraussetzung, dass die Zuführung des Kühlmittels in den Versorgungskanal am fußseitigen Ende erfolgt, er am fußseitigen Ende einen größeren Durchströmungsquerschnitt aufweist als an seinem kopfseitigen Ende. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass durch das Vorhandensein von Prallkühlöffnungen in der Prallkühlwand mit zunehmender Entfernung vom fußseitigen Ende die im Versorgungskanal vorhandene Kühlmittelmenge abnimmt. Die konische Form des Versorgungskanals führt daher zu einer Vergleichmäßigung der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels längs der Spannweiterichtung.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist an zumindest einer Seitenwand des Schaufelblatts, vorzugsweise an beiden Seitenwänden jeweils zumindest eine weitere Prallkühlwand vorgesehen. Mithin folgen der ersten Prallkühlung (der Vorderkante des Schaufelblatts) jeweils in Reihe die saugseitige Prallkühlung und die druckseitige Prallkühlung, wobei jedoch die beiden weiteren, beidseitig der Profilmittellinie angeordneten Prallkühlungen allein für sich betrachtet, parallel geschaltet sind.

[0013] Weiter ist es von besonderem Vorteil, wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der eine der beiden weiteren Prallkühlräume saugseitig und der andere der beiden weiteren Prallkühlräume druckseitig angeordnet und jedem dieser beiden Prallkühlräume ein separater Sammelraum vorgeschaltet ist. Diese lassen sich vorzugsweise durch die Bereitstellung einer ersten Trennrippe bereitstellen. In diesem Fall können die in

den betreffenden Sammelräumen erforderlichen Drücke des Kühlmittels gemäß der lokalen thermischen Belastung der saugseitigen und druckseitigen Seitenwände so eingestellt werden, dass hier eine effiziente sowie lokal angepasste Verwendung von Kühlmitteln erfolgt.

[0014] Darüber hinaus ist es von Vorteil, wenn zwischen zwei beidseitig der Profilmittellinie angeordneten Sammelräumen ein weiterer Hohlraum vorgesehen ist. Vorzugsweise wird dieser weitere Hohlraum durch zwei zweite Trennrippen von den Sammelräumen abgetrennt. Der besagte Hohlraum kann einerseits genutzt werden um die Größe der Sammelräume auf ein gewünschtes Maß zu reduzieren, wenn in den Sammelräumen eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit erreicht werden soll. Andererseits kann der weitere Hohlraum auch dafür genutzt werden, ein weiteres Kühlmittel von einem kopfseitigen Ende zu einem fußseitigen Ende des Schaufelblatts zu führen, wenn dieses Kühlmittel nach Möglichkeit ohne Aufnahme von Wärmeenergie lediglich durch das Schaufelblatt hindurchgeführt werden soll.

[0015] Zur Vermeidung von Leckagen an Kühlmittel innerhalb des Schaufelblatts ist es von Vorteil, wenn dieses monolithisch, d.h. einstückig ausgestaltet ist. Derartige Schaufelblätter lassen sich insbesondere mittels eines additiven Verfahrens herstellen. Unter einem additiven Verfahren wird insbesondere die sogenannten SLM-Technik verstanden, die als "Selective Laser Melting" bekannt ist. Diese auch als 3D-Druck-Technik bezeichnete Technologie ermöglicht es für metallische Bauteile, im Vergleich zu konventionell gegossen hergestellten Turbinenschaufeln vergleichsweise kleine und in ihren Abmaßen exakte Hohlräume und Durchtrittsöffnungen herzustellen.

[0016] Auch wenn in der Beschreibung bzw. in den Patentansprüchen einige Begriffe jeweils im Singular oder in Verbindung mit einem Zahlwort verwendet werden, so soll der Umfang der Erfindung für diese Begriffe nicht auf den Singular oder das jeweilige Zahlwort eingeschränkt sein. Ferner sind die Wörter "ein" bzw. "eine" nicht als Zahlwörter, sondern als unbestimmte Artikel zu verstehen.

[0017] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung sowie die Art und Weise wie diese erreicht werden, werden verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0018] Hierbei sind die Figuren lediglich schematisch dargestellt, wodurch insbesondere keine Einschränkung der Ausführbarkeit der Erfindung die Folge ist.

[0019] Es zeigen:

- Figur 1 eine Turbinenschaufel in einer perspektivischen schematischen Darstellung,
 Figur 2 den Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II durch das Schaufelblatt der Turbinenschaufel gemäß Figur 1 als ein erstes Ausführungsbeispiel und

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaufelblatts einer Turbinenschaufel.

[0020] Nachfolgend sind die technischen Merkmale, welche mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, solche, die die gleiche technische Wirkung aufweisen.

[0021] Eine die Erfindung betreffende Turbinenschaufel 10 ist in Figur 1 perspektivisch dargestellt. Die Turbinenschaufel 10 ist gemäß Figur 1 als Laufschaufel ausgebildet. Die Erfindung kann auch in einer nicht dargestellten Leitschaufel einer Leitschaufel verwendet werden. Die Turbinenschaufel 10 umfasst einen im Querschnitt tannenbaumförmigen Schaufelfuß 12 sowie eine daran angeordnete Plattform 14. An die Plattform 14 schließt sich ein Schaufelblatt 16 an, welches aerodynamisch gekrümmt ist. Ob das Schaufelblatt 16 von einer thermischen Schutzschicht überzogen ist oder nicht, ist für die Erfindung unerheblich. Das Schaufelblatt 16 umfasst eine Saugseitenwand 22 sowie eine Druckseitenwand 24, die sich, bezogen auf ein das Schaufelblatt 16 umströmendes Heißgas, von einer Vorderkante 18 zu einer Hinterkante 20 erstrecken. Entlang der Hinterkante 20 sind eine Vielzahl von Öffnungen 28 zur Ausblasung von Kühlmittel vorgesehen, welche durch dazwischen angeordnete Stege 30 voneinander getrennt sind. Das Schaufelblatt 16 erstreckt sich längs einer Spannweitenrichtung von einem fußseitigen Ende 26 zu einem kopfseitigen Ende 27. Bei einer Verwendung der gezeigten Turbinenschaufel 10 in einer axial durchströmten Gasturbine deckt sich die Spannweitenrichtung mit der Radialrichtung der Gasturbine.

[0022] Figur 2 zeigt eine Schnittdarstellung durch das Schaufelblatt 16 gemäß der Schnittlinie II-II als erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaufelblatts 16, wohingegen Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel dafür zeigt. In beiden Figuren ist lediglich der in Bezug auf das Heißgas der Gasturbine vorderkantenseitiger Bereich des Schaufelblatts 16 dargestellt, der hintere Teil und die Hinterkante des Schaufelblatts 16 sind nicht ersichtlich. Das Schaufelblatt 16 und dessen druckseitige Seitenwand 24 und saugseitige Seitenwand 22 erstrecken sich - wie bereits erläutert - von der Vorderkante 18 ausgehend entlang einer Profilmittenlinie 32 zur Hinterkante. Im Inneren des Schaufelblatts 16 ist eine erste perforierte, d.h. mit Prallkühlöffnungen 42 versehene Prallkühlwand 34 unter Abstand zur Innenfläche der Vorderkante 18 angeordnet, so dass dazwischen ein erster Prallkühlraum 36 ausgebildet ist. Ein Versorgungskanal 38 ist auf der dem ersten Prallkühlraum 36 gegenüberliegenden Seite der ersten Prallkühlwand 34 vorgesehen. Dieser wird durch eine erste Rippe 40 von dem restlichen Hohlraum des Schaufelblatts 16 getrennt. Die erste Rippe 40 erstreckt sich gemäß der Querschnittsebene von einem saugseitigen Rippenende 37 zu einem druckseitigen Rippenende 37 und weist seitenwandnahe Auslassöffnungen 39 für den ersten Prallkühlraum 36 auf.

[0023] Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der ersten Prallkühlwand 34 vier in der Schnittebene liegende Prallkühlöffnungen 42 vorgesehen zur flächigen Kühlung der Vorderkante 18 und der unmittelbar daran angrenzenden saugseitigen und druckseitigen Bereiche der Seitenwände 22, 24.

[0024] Entlang der Profilmittenlinie 32 betrachtend in Richtung der Hinterkante, folgt der ersten Rippe 40 ein erster Sammelraum 44, der durch eine zweite Rippe 46 von einem zweiten Sammelraum 48 abgetrennt ist. Letzter ist ebenso durch eine dritte Rippe 50 begrenzt, sodass weiter in Richtung Hinterkante sich ein dritter Sammelraum 52 anschließt. Der erste Sammelraum 44 wird sowohl saugseitig als druckseitig von zwei weiteren Prallkühlwänden 54 begrenzt. Auch in diesen sind Prallkühlöffnungen 42 angeordnet, so dass erste weitere Prallkühlräume 56 bereitgestellt sind, mit denen entsprechende Abschnitte der saugseitigen und druckseitigen Seitenwände 22 bzw. 24 prallkühlbar sind. Zweite weitere Prallkühlräume 59 sind durch Prallkühlwände 55 von dem zweiten Sammelraum 48 getrennt.

[0025] Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind alle weiteren Prallkühlräume 56, 59 durch sich von den Seitenwänden 22, 24 nach innen erstreckende Vorsprünge 57 seitlich begrenzt. Analog zur ersten Rippe 40 gehen die zweite und dritte Rippen 46, 50 an ihren Rippenenden 37 in die saugseitige bzw. druckseitige Seitenwand 22, 24 über und weisen dort seitenwandnahe Auslassöffnungen 39 auf.

[0026] Aufgrund der gewählten Anordnung von Sammelräumen 44, 48, 52, Prallkühlwänden 34, 54, Prallkühlräumen 36, 56, Auslassöffnungen 39 und Vorsprüngen 57 ist es offensichtlich, dass das Kühlmittel sowohl saugseitig als auch druckseitig in mehreren nacheinander geschalteten Prallkühlanordnungen mehrfach prallkühlend verwendet wird, um die Temperaturen der Schaufelwände 22, 24 auf ein gewünschtes Niveau zu reduzieren.

[0027] Es versteht sich von selbst, dass nicht nur die dargestellten Prallkühlöffnungen 42, Auslassöffnungen 39 vorhanden sind, sondern dass in den entsprechenden Wänden weitere davon an der entsprechenden Position, vorzugsweise in einer Reihe liegend, längs der Spannweite verteilt sind.

[0028] Im Detail wird beim Betrieb durch eine nicht gezeigte Öffnung der Turbinenschaufel 10 ein Kühlmittel dem Versorgungskanal 38 zugeführt. Dort verteilt es sich über die Spannweite des Schaufelblatts und durchströmt luftstrahlenbildend die einzelnen Prallkühlöffnungen 42 der ersten Prallkühlwand 34. Die Luftstrahlen prallen in bekannter Manier auf die Innenfläche der Vorderkante und kühlen diese bestimmungsgemäß. Anschließend strömt das Kühlmittel durch die Auslassöffnungen 39 der ersten Rippe 40, wonach es prallkühlend auf die Vorsprünge 57 trifft und von diesen in den ersten Sammelraum 44 umgelenkt wird. Von dort aus strömt es durch die ersten und zweiten weiteren Prallkühlwände 54, 55 zur Kühlung der zugehörigen Seitenwandabschnitte.

Aus den ersten und zweiten Prallkühlräumen 56, 59 gelangt es durch die Auslassöffnungen der Rippen 46, 50 in die nachfolgenden Sammelräume 48, 52.

[0029] Nachdem das Kühlmittel die voran beschriebene kaskadierte Prallkühlordnung durchströmt hat, gelangt es in den Sammelraum 52. Von dort aus kann das Kühlmittel in bekannter Art und Weise zur Kühlung weitere Abschnitte des Schaufelblatts 16 verwendet werden. Es ist denkbar, dass es einerseits in eine Art Mäanderkühlung umgeleitet und abschließend durch die Hinterkantenöffnungen 28 ausgeblasen wird. Ebenso ist es möglich, dass das Kühlmittel aus dem Inneren des Schaufelblatts 16 durch in den Seitenwänden 22, 24 angeordnete Filmkühlöffnungen (64, Fig. 3) nach außen geleitet wird. Auch die Kombination beider Variante kann technisch Sinn ergeben.

[0030] Figur 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 10 als zweites Ausführungsbeispiel. In Analogie zu Figur 2 sind in Figur 3 die identischen Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen versehen, so dass nachfolgend lediglich auf die Unterschiede gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel eingegangen wird.

[0031] Gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel sind Trennrippen 58, 60 im Inneren des Schaufelblatts 16 vorgesehen. Eine erste Trennrippe 58 erstreckt sich zwischen der Rippe 40 und der weiteren Rippe 46 entlang der Profilmittenlinie 32. Die Trennrippe 58 unterteilt den Sammelraum 44 in zwei Sammelräume 44a und 44b, von denen der erstgenannte saugseitig und der zweitgenannte druckseitig vorgesehen ist. Zwei zweite Trennrippen 60 erstrecken sich längs der und somit quasi parallel zur Profilmittenlinie 32 zwischen der Rippe 46 und der Rippe 50, wobei jedoch jeweils eine davon saugseitig und eine davon druckseitig angeordnet ist.

[0032] Ebenso wie die erste Trennrippe 58 den Sammelraum 44 aufteilt, ist der Sammelraum 48 aus Fig. 2 nun in zwei Sammelräume 48a und 48b aufgeteilt, wobei jedoch aufgrund der Verwendung von zwei zweiten Trennrippen 60 ein weiterer Hohlraum 62 bereitgestellt werden kann. Der weitere Hohlraum 62 kann für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Beispielsweise ist er geeignet, einen Teil des Kühlmittels von dem fußseitigen Ende 26 des Schaufelblatts 16 zu einem kopfseitigen Ende 27 des Schaufelblatts 16 durchzuleiten, ohne dass dieses in Kontakt zu den vergleichsweise heißen Seitenwänden 22, 24 gelangt. Somit kann am kopfseitigen Ende 27 des Schaufelblatts vergleichsweise kühle Kühlluft bereitgestellt werden, was insbesondere bei Leitschaufeln von Vorteil ist. Gleichfalls ist es denkbar, dass der Hohlraum 62 hermetisch geschlossen ist um die in den Teilsammelräumen 48a, 48b geführte Kühlluft näher zu den Prallkühlwänden 54 und den darin angeordneten Prallkühlöffnungen 42 hinzuleiten.

[0033] Die in den betreffenden Ausführungsbeispielen beschrieben und in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale können in beliebiger Art und Weise miteinander kombiniert werden.

[0034] Insgesamt betrifft die Erfindung mithin ein Schaufelblatt 16 für eine Turbinenschaufel 10, umfassend eine saugseitige Seitenwand 22 und eine druckseitige Seitenwand 24, die sich längs einer Profilmittenlinie 32 von einer gemeinsamen Vorderkante 18 zu einer gemeinsamen Hinterkante 20 und in einer Spannweiterichtung von einem fußseitigen Ende 26 zu einem kopfseitigen Ende 27 erstreckend einen Hohlraum zumindest teilweise umschließen, wobei längs der Spannweite im Inneren eine erste perforierte mit Öffnungen versehene Prallkühlwand 34 zur Prallkühlung der Vorderkante 18 und zumindest eine weitere perforierte Prallkühlwand 54 zur Prallkühlung eines Abschnitts der saugseitigen und/oder druckseitigen Schaufelwand 22, 24 vorgesehen ist. Um eine besonders effiziente Kühlung der Turbinenschaufel zu erreichen wird vorgeschlagen, dass die Prallkühlöffnungen 42 der ersten Prallkühlwand 34 und der zumindest einen zweiten Prallkühlwand 54 strömungstechnisch in Reihe geschaltet sind.

Patentansprüche

1. Schaufelblatt (16) für eine Turbinenschaufel (10), umfassend eine saugseitige Seitenwand (22) und eine druckseitige Seitenwand (24), die sich entlang einer Profilmittenlinie von einer gemeinsamen Vorderkante (18) zu einer gemeinsamen Hinterkante (20) und in einer Spannweiterichtung von einem fußseitigen Ende (26) zu einem kopfseitigen Ende (27) erstreckend einen Hohlraum zumindest teilweise umschließen, wobei längs der Spannweite im Inneren eine erste mit Prallkühlöffnungen (42) versehene Prallkühlwand (34) zur Prallkühlung der Vorderkante (18) und zumindest eine weitere auch mit Prallkühlöffnungen (42) versehene Prallkühlwand (54, 55) zur Prallkühlung eines Abschnitts der saugseitigen und/oder druckseitigen Seitenwand (22, 24) vorgesehen ist, wobei die Prallkühlöffnungen (42) der ersten Prallkühlwand (34) und die Prallkühlöffnungen der zumindest einen zweiten Prallkühlwand (54, 55) strömungstechnisch in Reihe geschaltet sind und zwischen der betreffenden Prallkühlwand (34, 54, 55) und der Innenseite der zugehörigen Seitenwand (22, 24) ein Prallkühlraum (36, 56, 59) vorgesehen ist, und wobei stromab des betreffenden Prallkühlraums (36, 56, 59) jeweils ein Sammelraum (44, 48, 52) vorgesehen ist, der unmittelbar stromauf an der stromab gelegenen weiteren Prallkühlwand (34, 54, 55) angrenzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelraum (44, 48) teilweise von einem Vorsprung (57) begrenzt ist, welcher prallgekühlt ist, indem seitenwandnahe Auslassöffnungen (39) in einer Rippe (40, 46) angeordnet sind, die sich gemäß einer Querschnittsebene von einem saugseitigen Rippenende (37) zu einem druckseitigen Rippenen-

de (37) erstreckt.

2. Schaufelblatt (16) nach Anspruch 1, wobei zwischen dem ersten Sammelraum (44) und dem ersten Prallkühlraum (36) ein Versorgungskanal (38) vorgesehen ist. 5
3. Schaufelblatt (16) nach Anspruch 2, wobei an zumindest einer Seitenwand (22, 24) des Schaufelblatts (16), vorzugsweise an beiden Seitenwänden (22, 24) jeweils zumindest eine weitere Prallkühlwand vorgesehen ist bzw. sind. 10
4. Schaufelblatt (16) nach Anspruch 3, wobei einer der beiden weiteren Prallkühlräume saugseitig und der andere der beiden weiteren Prallkühlräume druckseitig angeordnet und jedem ein separater Sammelraum (44a, 44b, 48a, 48b) vorgeschaltet ist. 15
5. Schaufelblatt (16) nach Anspruch 4, wobei zwischen zwei beidseitig der Profilmittellinie angeordneten Sammelräumen ein weiterer Hohlraum (62) vorgesehen ist. 20
6. Schaufelblatt (16) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welches monolithisch ist. 25
7. Schaufelblatt (16) nach Anspruch 6, welches mittels eines additiven Verfahrens hergestellt ist. 30
8. Turbinenschaufel (10) mit einem Schaufelblatt (16) nach einem der vorangehenden Ansprüche. 35

Claims

1. Blade (16) for a turbine blade (10), comprising a suction-side side wall (22) and a pressure-side side wall (24) which enclose a cavity at least partially in a manner which extends along a profile centre line from a common leading edge (18) to a common trailing edge (20) and in a span width direction from a root-side end (26) to a top-side end (27), a first impingement cooling wall (34) which is provided with impingement cooling openings (42) for the impingement cooling of the leading edge (18) and at least one further impingement cooling wall (54, 55) which is also provided with impingement cooling openings (42) for the impingement cooling of a section of the suction-side and/or pressure-side side wall (22, 24) being provided along the span width in the interior, the impingement cooling openings (42) of the first impingement cooling wall (34) and the impingement cooling openings of the at least one second impingement cooling wall (54, 55) being con- 40

nected in series in terms of flow, and an impingement cooling space (36, 56, 59) being provided between the relevant impingement cooling wall (34, 54, 55) and the inner side of the associated side wall (22, 24), and in each case one collecting space (44, 48, 52) being provided downstream of the relevant impingement cooling space (36, 56, 59), which collecting space (44, 48, 52) adjoins the downstream further impingement cooling wall (34, 54, 55) in a directly upstream manner, 10

characterized

in that the collecting space (44, 48) is delimited partially by a projection (57) which is impingement cooled, by outlet openings (39) which are close to the side wall being arranged in a rib (40, 46) which, in accordance with a cross-sectional plane, extends from a suction-side rib end (37) to a pressure-side rib end (37). 15

2. Blade (16) according to Claim 1, a supply duct (38) being provided between the first collecting space (44) and the first impingement cooling space (36). 20
3. Blade (16) according to Claim 2, in each case at least one further impingement cooling wall being provided on at least one side wall (22, 24) of the blade (16), preferably on the two side walls (22, 24). 25
4. Blade (16) according to Claim 3, one of the two further impingement cooling spaces being arranged on the suction side and the other one of the two further impingement cooling spaces being arranged on the pressure side, and a separate collecting space (44a, 44b, 48a, 48b) being connected upstream of each of them. 30
5. Blade (16) according to Claim 4, a further cavity (62) being provided between two collecting spaces which are arranged on both sides of the profile centre line. 35
6. Blade (16) according to one of the preceding claims which is monolithic. 40
7. Blade (16) according to Claim 6 which is produced by means of an additive method. 45
8. Turbine blade (10) with a blade (16) according to one of the preceding claims. 50

Revendications

1. Corps (16) d'aube d'une aube (10) de turbine, comprenant un extradados (22) et un intrados (24) qui, en s'étendant, le long d'une ligne médiane de profil, d'un 55

bord (18) avant commun à un bord (20) arrière commun et, dans une direction d'envergure, d'une extrémité (26) du côté de l'implanture à une extrémité (27) du côté de la tête entoure, au moins en partie, une cavité, dans lequel il est prévu le long de l'envergure, à l'intérieur, une première paroi (34) de refroidissement par rebondissement, pourvue de premières ouïes (42) de refroidissement par rebondissement, pour le refroidissement par rebondissement du bord (18) avant et au moins une autre paroi (54, 55) de refroidissement par rebondissement, pourvue également d'ouïes (42) de refroidissement par rebondissement, pour le refroidissement par rebondissement d'une partie de l'extrados et/ou de l'intrados (22, 24), dans lequel les ouïes (42) de refroidissement par rebondissement de la première paroi (34) de refroidissement par rebondissement et les ouïes de refroidissement par rebondissement d'au moins une deuxième paroi (54, 55) de refroidissement par rebondissement sont montées en série en technique d'écoulement et il est prévu, entre la paroi (34, 54, 55) de refroidissement par rebondissement concernée et la face intérieure de l'extrados (22) ou intrados (24) associé un espace (36, 56, 59) de refroidissement par rebondissement et dans lequel il est prévu, en aval de l'espace (36, 56, 59) de refroidissement par rebondissement concerné, respectivement un espace (44, 48, 52) de collecte, qui est voisin immédiatement en amont de l'autre paroi (34, 54, 55) de refroidissement par rebondissement en aval, **caractérisé en ce que** l'espace (44, 48) de collecte est délimité en partie par une saillie (57), qui est refroidie par rebondissement par le fait que des ouïes (39) de sortie, proches de l'extrados ou de l'intrados, sont prévues dans une nervure (40, 46), qui s'étend, suivant un plan en section transversale, d'une extrémité (37) de nervure d'extrados à une extrémité (37) de nervure d'intrados.

2. Corps (16) d'aube suivant la revendication 1, dans lequel un canal (38) d'alimentation est prévu entre le premier espace (44) de collecte et le premier espace (36) de refroidissement par rebondissement.
3. Corps (16) d'aube suivant la revendication 1, dans lequel, sur au moins l'un de l'extrados (22) et de l'intrados (24) du corps (16) d'aube, est prévu ou sont prévus de préférence sur les deux (22, 24) respectivement, au moins une autre paroi de refroidissement par rebondissement.
4. Corps (16) d'aube suivant la revendication 3, dans lequel l'un des deux autres espaces de refroidissement par rebondissement est disposé du côté de l'intrados et l'autre des deux autres espaces de refroidissement par rebondissement est disposé du côté de l'intrados et un espace (44a, 44b, 48a, 48b) de collecte distinct est monté en amont de chacun

d'entre eux.

5. Corps (16) d'aube suivant la revendication 4, dans lequel un autre espace (62) vide est prévu entre deux espaces de collecte disposés des deux côtés de la ligne médiane du profil.
6. Corps (16) d'aube suivant l'une des revendications précédentes, qui est monolithique.
7. Corps (16) d'aube suivant la revendication 6, qui est fabriqué selon un procédé additif.
8. Aube (10) de turbine ayant un corps (16) d'aube suivant l'une des revendications précédentes.

FIG 1

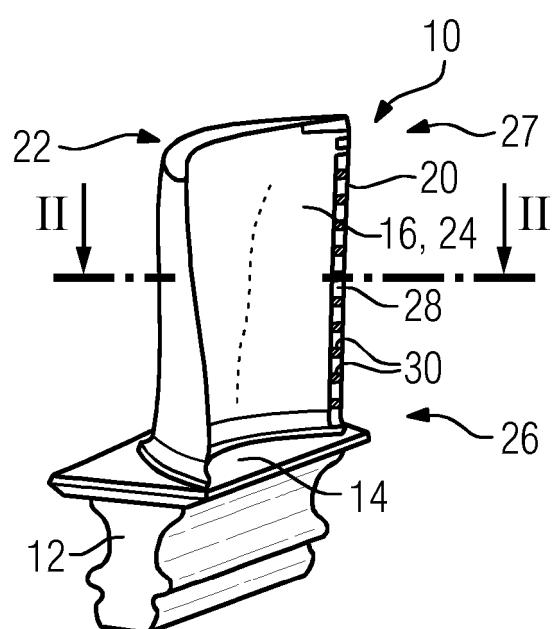


FIG 2

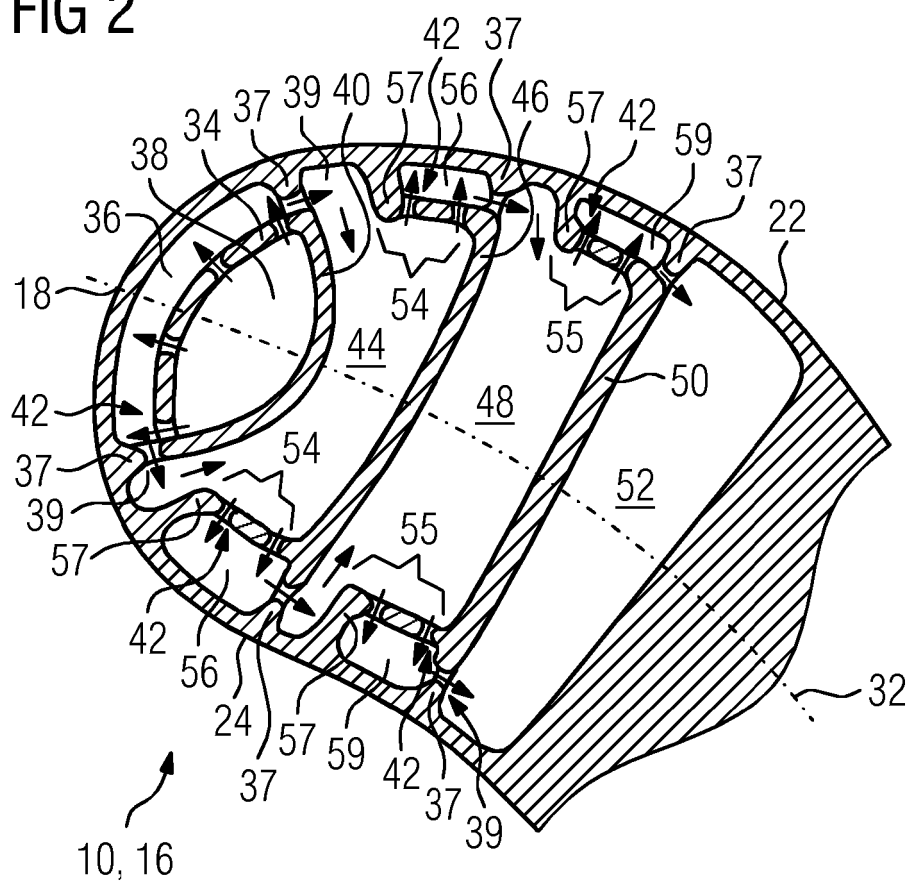
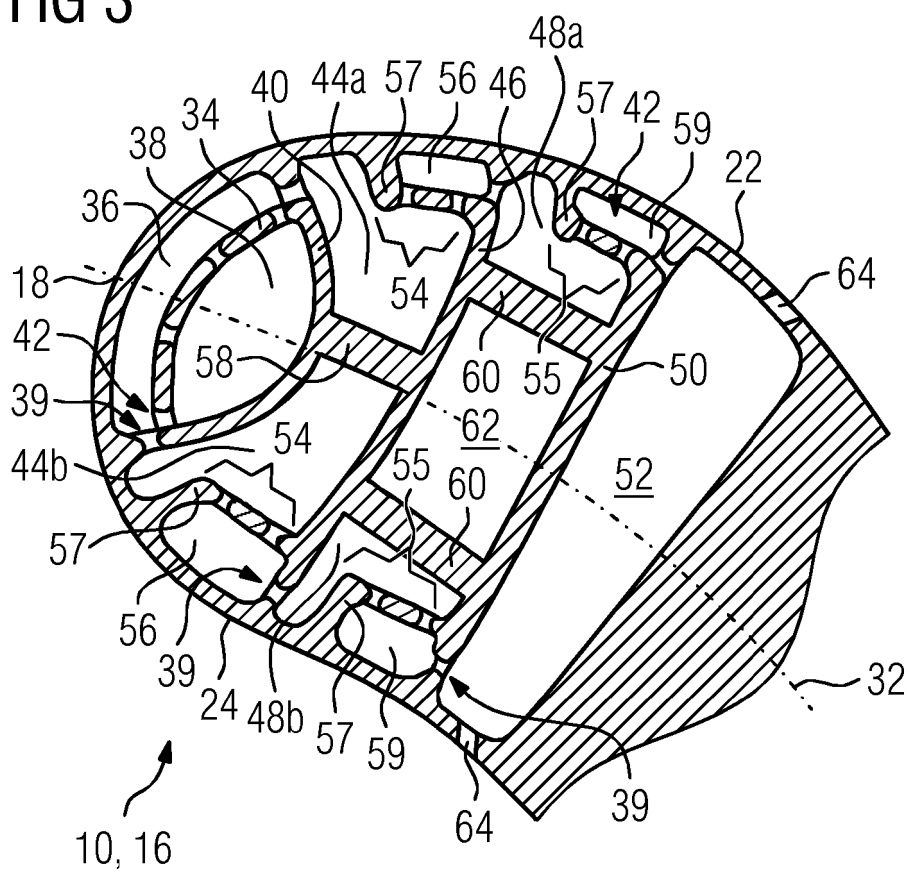


FIG 3



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

- DE 102016123525 A1 [0001]