



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.10.2012 Patentblatt 2012/41

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11161498.8**

(22) Anmeldetag: **07.04.2011**

(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

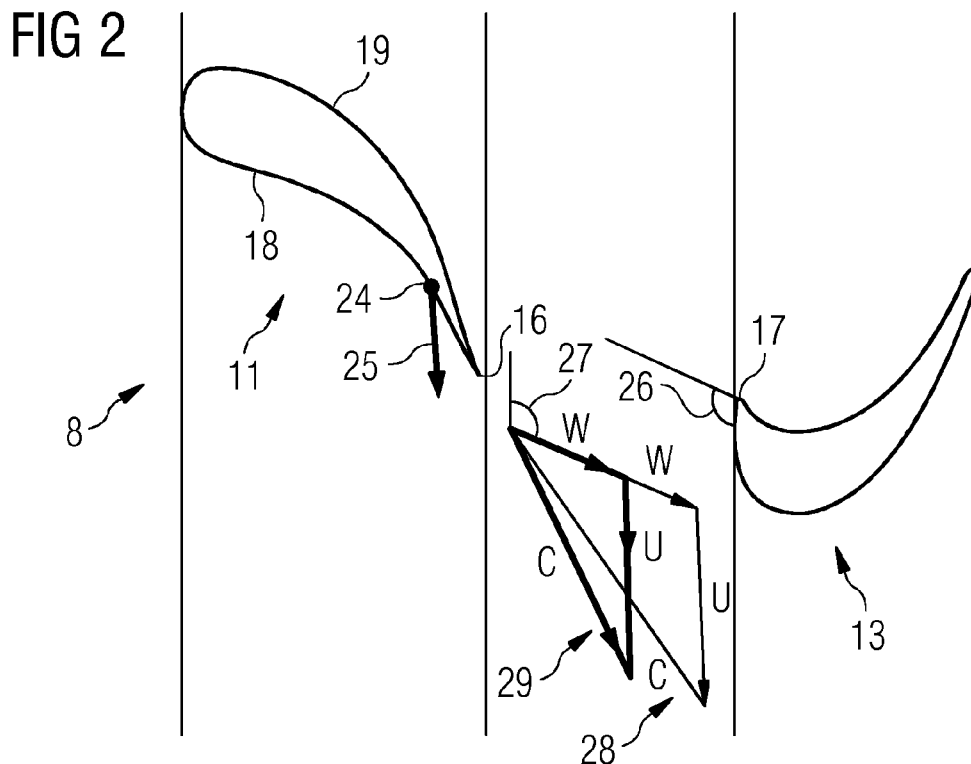
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Dobrzynski, Boris**
40476, Düsseldorf (DE)

(54) **Axialturbinenstufe mit einer Ausblaseeinrichtung und Gasturbine mit der Axialturbinenstufe sowie Verfahren zum Betreiben der Axialturbinenstufe**

(57) Eine Axialturbinenstufe für eine Gasturbine (1) weist eine Leitschaufel (11) und eine stromab der Leitschaufel (11) angeordnete Laufschaufel (13) sowie eine Ausblaseeinrichtung (20 bis 24) auf, mit der an der Druckseite (18) im Bereich der Hinterkante (16) der Leitschaufel (11) Ausblasegas (25) in die Hauptströmung der Axialturbinenstufe (8) ausblasbar ist, wobei die Ausbla-

seeinrichtung (20 bis 24) eine Justiereinrichtung (22) aufweist, mit der die Ausblaserate im Teillastbetrieb derart justierbar ist, dass die wirksame Profilgeometrie der Leitschaufel (11) mittels dem Ausblasegas (25) verändert ist, wodurch der relative Zuströmwinkel (27) der Laufschaufel (13) an den relativen Auslegungszuströmwinkel (26) der Laufschaufel (13) angleichbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Axialturbinenstufe für eine Gasturbine und eine Gasturbine mit der Axialturbinenstufe, wobei die Axialturbinenstufe mit einer Ausblaseeinrichtung ausgestattet ist, sowie ein Verfahren zum Betreiben der Axialturbinenstufe.

[0002] Eine Gasturbine ist beispielsweise in einem Kraftwerk zur Erzeugung von elektrischer Energie mit einem Generator gekuppelt und wird sowohl im Teillastbetrieb als auch im Volllastbetrieb bei derselben Drehzahl betrieben. Die Leistungsanforderungen an die Gasturbine sind in der Regel derart, dass die Gasturbine in Axialbauweise konstruiert ist. Die Gasturbine weist einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine auf, wobei von dem Verdichter Umgebungsluft angesaugt und verdichtet wird, die in der Brennkammer unter Verbrennung eines Brennstoffs erhitzt wird. Die erhitzte und verdichtete Luft wird in der Turbine arbeitsleistend entspannt, wobei mit dem dadurch gewonnenen Arbeitsüberschuss der Generator angetrieben wird. Die Turbine weist mindestens eine Turbinenstufe auf, die von einer Leitschaufelreihe und einer Laufschaufelreihe gebildet ist, wobei in Hauptströmungsrichtung gesehen die Leitschaufelreihe stromauf der Laufschaufelreihe angeordnet ist. Zur Erzielung eines möglichst hohen thermodynamischen Wirkungsgrads der Gasturbine ist es erstrebenswert, die Gasturbine bei einer möglichst hohen Turbineneintrittstemperatur zu fahren. Die maximal zulässige Turbineneintrittstemperatur ergibt sich aus der thermischen Belastbarkeit der Turbine, insbesondere der Turbinenstufe unmittelbar stromab der Brennkammer.

[0003] Wird die Gasturbine im Teillastbetrieb gefahren, senken sich die Turbineneintrittstemperatur und das Gesamtdruckverhältnis der Gasturbine ab, verglichen mit dem Volllastbetrieb der Gasturbine, wodurch der thermodynamische Wirkungsgrad der Gasturbine im Teillastbetrieb nachteilig abgesenkt ist. Außerdem ist im Teillastbetrieb der Gasturbine der Gesamtmassenstrom der Hauptströmung durch die Gasturbine reduziert, wodurch sich nachteilig die relativen Zuströmwinkel der Turbinenlaufschaufeln, insbesondere der Turbinenlaufschaufeln der Laufschaufelreihe hinter der ersten Leitschaufelreihe, verglichen mit den Zuströmwinkeln im Auslegungszustand unterscheiden. Dies führt im Teillastbetrieb der Gasturbine zu einer Fehlanströmung der Turbinenlaufschaufeln, wodurch die Arbeitsumsetzung in den Turbinenlaufschaufeln nachteilig herabgesetzt ist.

[0004] Wird die Gasturbine ausgehend vom Volllastbetrieb in den Teillastbetrieb gefahren, so senken sich die einzelnen Stufendruckverhältnisse und somit das Gesamtdruckverhältnis der Gasturbine ab und die Abgastemperatur steigt bei im Wesentlichen gleichbleibender Turbineneintrittstemperatur. Dadurch kann ein Betriebszustand eintreten, bei dem die Abgastemperatur einen maximal zulässigen Höchstwert überschreitet. Eine adäquate Reaktion darauf wäre es in diesem Teillastbetrieb die Turbineneintrittstemperatur abzusenken, da-

mit die Abgastemperatur wieder gleich oder kleiner ihres maximal zulässigen Höchstwerts ist, womit allerdings nachteilig eine Absenkung des thermodynamischen Wirkungsgrads der Gasturbine einhergeht.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es eine Axialturbinenstufe für eine Gasturbine und eine Gasturbine mit der Axialturbinenstufe sowie Verfahren zum Betreiben der Axialturbinenstufe zu schaffen, wobei Axialturbinenstufe und die die Gasturbine im Teillastbereich einen hohen thermodynamischen Wirkungsgrad haben.

[0006] Die erfindungsgemäße Axialturbinenstufe für eine Gasturbine weist eine Leitschaufel und eine stromab der Leitschaufel angeordnete Laufschaufel sowie eine Ausblaseeinrichtung auf, mit der an der Druckseite im Bereich der Hinterkante der Leitschaufel Ausblasegas in die Hauptströmung der Axialturbinenstufe ausblasbar ist, wobei die Ausblaseeinrichtung eine Justiereinrichtung aufweist, mit der die Ausblaserate im Teillastbetrieb derart justierbar ist, dass die wirksame Profilgeometrie der Leitschaufel mittels dem Ausblasegas verändert ist, wodurch der relative Zuströmwinkel der Laufschaufel an den relativen Auslegungszuströmwinkel der Laufschaufel angleichbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der Axialturbinenstufe weist die Schritte auf: Betreiben der Gasturbine im Teillastbetrieb; Justieren der Ausblaserate mit der Justiereinrichtung derart, dass die wirksame Profilgeometrie der Leitschaufel mittels dem Ausblasegas verändert wird, wodurch der relative Zuströmwinkel der Laufschaufel an den relativen Auslegungszuströmwinkel der Laufschaufel angeglichen wird.

[0007] Durch das druckseitige Ausströmen des Ausblasegases im Bereich der Hinterkante der Leitschaufel ist die Umlenkung der Leitschaufel verstärkt, verglichen mit der Umlenkung der Leitschaufel bei keinem Ausströmen des Ausblasegases im Bereich der Hinterkante der Leitschaufel. Wird also mit Hilfe der Ausblaseeinrichtung beim Betrieb der Gasturbine die Ausblaserate erhöht, indem das Ausblasegas an der Druckseite im Bereich der Hinterkante der Leitschaufel in die Hauptströmung der Axialturbinenstufe ausgeblasen wird, verstärkt sich als Folge davon die Umlenkung der Leitschaufel. Die Ausblasung erfolgt zwischen 30% bis kleiner als 100% der Profilsehnenlänge der Leitschaufel.

[0008] Dies ist insbesondere vorteilhaft im Teillastbetrieb der Gasturbine. Die erfindungsgemäß bewirkte Erhöhung der Umlenkung führt zu einer Verbesserung des relativen Zuströmwinkels der Laufschaufel. Folglich kann durch eine entsprechende Betätigung der Ausblaseeinrichtung die Ausblaserate derart justiert werden, dass sich das Stufendruckverhältnis über die Axialturbinenstufe erhöht.

[0009] Durch die erhöhte Umlenkung der Leitschaufel ergibt sich ein erhöhtes Druckverhältnis der Axialturbinenstufe. Dies hat einen positiven Effekt auf den thermodynamischen Wirkungsgrad der Gasturbine und ermöglicht im Teillastbetrieb der Gasturbine die Turbineneintrittstemperatur bei gleichbleibender Abgastem-

peratur anzuheben. Ferner stellt sich der relative Zuströmwinkel der Laufschaufel und somit auch der Zuströmwinkel für die stromab angeordnete Laufschaufel steiler und dadurch näher am Auslegungszustand ein, wodurch aerodynamische Profilverluste an der Laufschaufel reduziert sind.

[0010] Die Ausblaseeinrichtung ist bevorzugt von einem Innenhohlraum der Leitschaufel und mindestens einer Ausblasegasaustrittsöffnung gebildet, die druckseitig im Bereich der Hinterkante in der Leitschaufel angeordnet ist und den Innenhohlraum der Leitschaufel gasleitend nach außen verbindet. Besonders bevorzugt ist es, dass die Leitschaufel eine Mehrzahl von Ausblasegasaustrittsöffnungen aufweist, die in einer Reihe parallel zur Hinterkante angeordnet sind. Bevorzugt sind die Ausblasegasaustrittsöffnungen Schlitzze, die parallel zur Hinterkante angeordnet sind. Alternativ bevorzugt ist die mindestens eine Ausblasegasaustrittsöffnung ein Schlitz, der parallel zur Hinterkante angeordnet ist. Ferner weist bevorzugtermaßen die Turbinenstufe einen Zuführkanal auf, der in den Innenhohlraum der Leitschaufel mündet und durch den das Ausblasegas zu den Ausblasegasöffnungen via den Innenhohlraum förderbar ist. Hierbei weist der Zuführkanal bevorzugt ein Drosselventil als die Justiereinrichtung auf, mit dem die Ausblaserate steuerbar ist. Ferner weist der Zuführkanal bevorzugt einen Filter auf, mit dem das Ausblasegas filterbar ist, wobei das Drosselventil bevorzugt in den Filter integriert ist.

[0011] Das Ausblasegas ist bevorzugt ein Kühlgas der Leitschaufel sowie bevorzugt eine Verdichterendluft der Gasturbine. Die von dem Kühlgas gekühlt betriebbare Leitschaufel ist derart ausgelegt, dass sie im Volllastbetrieb unter Zufuhr eines entsprechend ausreichend großen Massenstroms von dem Kühlgas im Auslegungspunkt mit ausreichend langer Lebensdauer betriebbar ist. Bei der Auslegung der Leitschaufel ist berücksichtigt, dass der Massenstrom von dem Kühlgas so groß ist, dass durch die Kühlwirkung des Kühlgases auf die Leitschaufel eine thermische Überbelastung der Leitschaufel unterbunden ist. Die Profilierung der Leitschaufel ist so gewählt, dass unter Berücksichtigung der Kühlwirkung durch das Kühlmedium und dessen aerodynamischen Einfluss die Leitschaufel im Auslegungspunkt definierte Auslegungsanforderungen erfüllt.

[0012] Die Erhöhung der Ausblaserate wäre aus Hinsicht des notwendigen Kühlungseffekts nicht erforderlich. Die Erhöhung der Ausblaserate bewirkt eine Verstärkung der Umlenkwirkung der Leitschaufel. Somit ist beim Betrieb der Leitschaufel durch eine entsprechende Wahl der Ausblaserate der relative Zuströmwinkel der Laufschaufel einstellbar, wobei die Leitschaufel ausreichend gekühlt betrieben ist.

[0013] Bevorzugtermaßen ist die Leitschaufel im Volllastbetrieb für einen von dem Drosselventil angedrosselten Massenstrom des Kühlgases und im Teillastbetrieb für einen von dem Drosselventil ungedrosselten Massenstrom des Kühlgases ausgelegt. Somit ist im Teillastbetrieb das Drosselventil bevorzugt ungedrosselt zu betrei-

ben. Wird hingegen die Gasturbine bei Volllast betrieben, so ist das Drosselventil angedrosselt zu betreiben. Die damit bewirkte Reduzierung der Ausblaserate soll so gewählt werden, dass stets sowohl eine ausreichende Kühlung als auch eine ausreichende Umlenkwirkung der Leitschaufel beim Betrieb der Gasturbine gegeben sind. Ferner ist es bevorzugt, dass die Ausblaserate im Teillastbetrieb bezogen auf eine Ausblaserate im Volllastbetrieb erhöht wird.

[0014] Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform der Gasturbine im Bereich der Brennkammer und der Turbine, sowie

Figuren 2, 3 S1-Stromflächenschnitte mit einer Leitschaufel und einer Laufschaufel sowie Geschwindigkeitsdreiecke für die Abströmung der Leitschaufel.

[0015] Wie es aus den Figuren ersichtlich ist, weist eine Gasturbine 1 ein Gehäuse 2 auf, in dem ein Verdichter (nicht gezeigt), eine Brennkammer 3 und eine Turbine angeordnet sind, die mehrere Turbinenstufen 8, 9 aufweist. Stromab des Verdichters ist ein Umlenkdiffusor (nicht gezeigt) angeordnet, der in einen als ein Hohlraum in dem Gehäuse 3 ausgebildetes Verdichterplenum 5 mündet, in dem die Brennkammer 3 angeordnet ist. Beim Betrieb der Gasturbine 1 wird von dem Verdichter Umgebungsluft angesaugt und auf einen Verdichterenddruck verdichtet. Von dem Verdichter tritt die Verdichterendluft in den Brennkammerinnenraum 4 der Brennkammer 3 ein und wird mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff vermischt. Dadurch entsteht im Brennkammerinnenraum 4 ein brennbares Gemisch, das gezündet und in der Brennkammer 3 verbrannt wird. Die Verbrennung in dem Brennkammerinnenraum 4 erfolgt im Wesentlichen isobar. Am Brennkammeraustritt 6 der Brennkammer 3 hat das Gemisch eine durch die Verbrennung entsprechend bewirkte hohe Temperatur und wird via einen Übergangskanal 7 zu der Turbine der Gasturbine 1 geführt.

[0016] Von der Turbine sind in Figur 1 eine erste Turbinenstufe 8 und eine zweite Turbinenstufe 9 dargestellt. Die erste Turbinenstufe 8 weist eine Leitschaufelreihe 10 und eine Laufschaufelreihe 12 auf. Die Leitschaufelreihe 10 der ersten Turbinenstufe 8 ist gebildet von einer Mehrzahl an über den Umfang äquidistant angeordneten, gleichen Leitschaufeln 11. Die Laufschaufelreihe 12 der ersten Turbinenstufe 8 ist gebildet von einer äquidistant über den Umfang angeordneten, gleichen Laufschaufeln 13. Die Leitschaufeln 11 und die Laufschaufeln 13 sind in Axialbausweise ausgeführt. Die Leitschaufeln 11 sind an ihren radial außenliegenden Enden von einem Leitschaufelträger 14 gehalten. Die Laufschaufeln 13

sind an ihren radial innenliegenden Enden jeweils mit einem Schaufelfuß ausgestattet, der mit einem Rotor 15 der Gasturbine 1 formschlüssig in Eingriff steht. Jede Leitschaufel 11 weist ein Schaufelblatt mit einer Hinterkante 16, einer Vorderkante sowie einer Saugseite (nicht gezeigt) und einer Druckseite 18 auf. Jede Laufschaufel 13 weist eine Vorderkante 17 auf, die konstruktionsbedingt einen relativen Auslegungszuströmwinkel 26 hat. Im Bereich der Vorderkanten der Leitschaufeln 11 tritt das in dem Übergangskanal 7 herangeführte Heißgasgemisch in die erste Turbinenstufe 8 ein, wobei von der Leitschaufelreihe 10 das Heißgasgemisch umgelenkt wird und in der Laufschaufelreihe 12 unter Abgabe von Arbeit entspannt wird.

[0017] Je höher die Turbineneintrittstemperatur des Heißgasgemischs ist, desto höher ist der thermodynamische Wirkungsgrad der Gasturbine 1. Thermische Belastungsgrenzen des Werkstoffs der Leitschaufeln 11 ergeben eine maximal zulässige Turbineneintrittstemperatur. Zur Erhöhung der maximal zulässigen Turbineneintrittstemperatur werden die Leitschaufeln 11 beim Betrieb der Gasturbine 1 gekühlt, um die thermische Belastung der Leitschaufeln 11 herabzusetzen.

[0018] Die Gasturbine weist als eine Ausblaseeinrichtung einen Innenraum der Leitschaufel 11 und eine Reihe an Ausblaseluftaustrittsöffnungen 24 sowie einen Zuführkanal 20, einen Filter 21, ein Drosselventil 22 und eine Kammer 23 auf, die unmittelbar radial außenseitig der Leitschaufeln 11 angeordnet ist und die in die Innenräume der Leitschaufeln 11 mündet. Der Radialabstand zwischen der Kammer 23 und dem Verdichterplenium 5 ist für jede Leitschaufel 11 mit dem Zuführkanal 20 überbrückt. Der Zuführkanal 20 weist den Filter 21 auf, in den das Drosselventil 20 integriert ist.

[0019] Die Verdichterendluft strömt von dem Verdichterende via den Umlenkdiffusor in das Verdichterplenium 5, in dem die Verdichterluft als das Kühlmedium (Kühlluft) bereitgestellt ist. Von dem Verdichterplenium 5 strömt die Kühlluft via den Filter 21 und das Drosselventil 20 in die Kammer 23 und von dort in den Innenraum einer jeden Leitschaufel 11. Aus dem Innenraum der Leitschaufel 11 tritt via die Ausblaseluftaustrittsöffnungen 24 ein Ausblaseluftstrom 25 in die Hauptströmung, wobei unter Betätigung des Drosselventils 20 eine Justierung der Ausblaserate möglich ist. Der Druck der Kühlluft in der Kammer 23 ergibt sich insbesondere aus dem Kühlluftmassenstrom, der durch den Innenraum der Leitschaufel 11 aus der Kammer 23 abströmt, dem Kühlluftmassenstrom, der durch den Filter 21 in die Kammer 23 zuströmt, und der Androsselstellung des Drosselventils 20. Von der Kammer 23 in die Innenräume der Leitschaufeln 11.

[0020] Die Leitschaufeln 11 weisen im Bereich ihrer Hinterkanten 16 an ihren Druckseiten 18 jeweils eine im Wesentlichen radial verlaufende Reihe an Ausblaseluftaustrittsöffnungen 24 auf, durch die die Kühlluft aus dem Inneren der Leitschaufeln 11 in die Hauptströmung auströmt. Durch das druckseitige Ausströmen der Kühlluft durch die Ausblaseluftaustrittsöffnung 24 im Bereich der

Hinterkanten 16 der Leitschaufeln 11 ist die Umlenkwirkung der Leitschaufeln 11 verstärkt. Somit wird im Teillastbetrieb der Gasturbine 11 das im Vollastbetrieb ange-drosselte Drosselventil 20 geöffnet, wodurch sich der Ausblaseluftstrom 25 der Kühlluft durch die Ausblaseluftaustrittsöffnungen 24 erhöht. Als Folge hiervon erhöht sich die Umlenkwirkung der Leitschaufeln 11.

[0021] In Figuren 2 und 3 sind S1-Stromflächenschnitte der Leitschaufel 11 und der Laufschaufel 12 sowie Geschwindigkeitsdreiecke für die Abströmung der Leitschaufel gezeigt. Mit dem Bezugszeichen 28 gekennzeichnet ist das Geschwindigkeitsdreieck für den Vollastbetriebszustand der Gasturbine 1 und mit dem Bezugszeichen 29 gekennzeichnet ist das Geschwindigkeitsdreieck für den Teillastbetriebszustand der Gasturbine 1 gezeigt. Mit dem Bezugszeichen 26 ist der relative Auslegungszuströmwinkel der Laufschaufel 13 für den Vollastbetrieb der Gasturbine 1 und mit dem Bezugszeichen 27 ist der relative Zuströmwinkel der Laufschaufel 11 gekennzeichnet. Mit dem Pfeil 25 ist der Ausblaseluftstrom des Ausblasegases angedeutet.

[0022] Im Teillastbetrieb der Gasturbine, bei dem die Umlenkwirkung der Leitschaufeln 11 nachteilig herabgesetzt ist, wird das Drosselventil 20 geöffnet, im Extremfall vollständig geöffnet, wodurch der Massenstrom durch die Ausblaseluftaustrittsöffnungen 24 vergrößert wird. Dadurch wird im Teillastbetrieb der Gasturbine 1 die Umlenkwirkung der Leitschaufeln 11 vorteilhaft vergrößert, wobei die Hinterkanten 17 der Leitschaufeln 13 optimal angeströmt und die Leitschaufeln 11 ausreichend gekühlt werden.

[0023] Gemäß der Darstellung in Figur 3 ist die Ausblaserate Null, so dass der Ausblaseluftstrom aus der Ausblaseluftaustrittsöffnung nicht vorhanden ist. Daraus ergibt sich im Teillastbetrieb der relative Zuströmwinkel 27 der Laufschaufel 13 flacher als der relative Auslegungszuströmwinkel 26 der Laufschaufel 13 ist, wodurch die Laufschaufel 13 fehlangeströmt ist. Im Gegensatz dazu ist gemäß der Darstellung in Figur 2 der Ausblaseluftstrom 25 mit der Ausblaserate derart eingestellt, dass der relative Zuströmwinkel 27 der Laufschaufel 13 identisch dem relativen Auslegungszuströmwinkel 26 der Laufschaufel 13 ist. Dadurch ist die Laufschaufel 13 vorteilhaft auslegungsgemäß angeströmt.

Patentansprüche

1. Axialturbinenstufe für eine Gasturbine (1), mit einer Leitschaufel (11) und einer stromab der Leitschaufel (11) angeordneten Laufschaufel (13) sowie einer Ausblaseeinrichtung (20 bis 24), mit der an der Druckseite (18) im Bereich der Hinterkante (16) der Leitschaufel (11) Ausblasegas (25) in die Hauptströmung der Axialturbinenstufe (8) ausblasbar ist, wobei die Ausblaseeinrichtung (20 bis 24) eine Justiereinrichtung (22) aufweist, mit der die Ausblaserate im Teillastbetrieb derart justierbar ist, dass die

- wirksame Profilgeometrie der Leitschaufel (11) mittels dem Ausblasegas (25) verändert ist, wodurch der relative Zuströmwinkel (27) der Laufschaufel (13) an den relativen Auslegungszuströmwinkel (26) der Laufschaufel (13) angleichbar ist. 5
2. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 1, wobei die Ausblaseeinrichtung (20 bis 24) von einem Innenhohlraum der Leitschaufel (11) und mindestens einer Ausblasegasaustrittsöffnung (25) gebildet ist, die druckseitig (18) im Bereich der Hinterkante (16) in der Leitschaufel (11) angeordnet ist und den Innenhohlraum der Leitschaufel (11) gasleitend nach außen verbindet. 10
3. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 2, wobei die Leitschaufel (11) eine Mehrzahl von Ausblasegasaustrittsöffnungen (25) aufweist, die in einer Reihe parallel zur Hinterkante (16) angeordnet sind. 15
4. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei die Turbinenstufe (8) einen Zuführkanal (20) aufweist, der in den Innenhohlraum der Leitschaufel (11) mündet und durch den das Ausblasegas zu den Ausblasegasöffnungen (25) via den Innenhohlraum förderbar ist. 20
5. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 4, wobei der Zuführkanal (20) ein Drosselventil (22) als die Justiereinrichtung aufweist, mit dem die Ausblaserate steuerbar ist. 25
6. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei der Zuführkanal (20) einen Filter (21) aufweist, mit dem das Ausblasegas filterbar ist. 30
7. Axialturbinenstufe gemäß Anspruch 6, wobei das Drosselventil (22) in den Filter (21) integriert ist. 35
8. Axialturbinenstufe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Ausblasegas ein Kühlgas der Leitschaufel (11) ist. 40
9. Gasturbine mit einer Axialturbinenstufe (8) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8. 45
10. Gasturbine gemäß Anspruch 8, wobei das Ausblasegas eine Verdichterendluft der Gasturbine (1) ist. 50
11. Verfahren zum Betreiben einer Axialturbinenstufe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, mit den Schritten: 55
- Betreiben der Gasturbine (1) im Teillastbetrieb,
- Justieren der Ausblaserate mit der Justiereinrichtung (22) derart, dass die wirksame Profilgeometrie der Leitschaufel (11) mittels dem Ausblasegas (25) verändert wird, wodurch der relative Zuströmwinkel (27) der Laufschaufel (13) an den relativen Auslegungszuströmwinkel (26) der Laufschaufel (13) angeglichen wird.
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, wobei die Ausblaserate im Teillastbetrieb bezogen auf eine Ausblaserate im Vollastbetrieb erhöht wird.

FIG 1

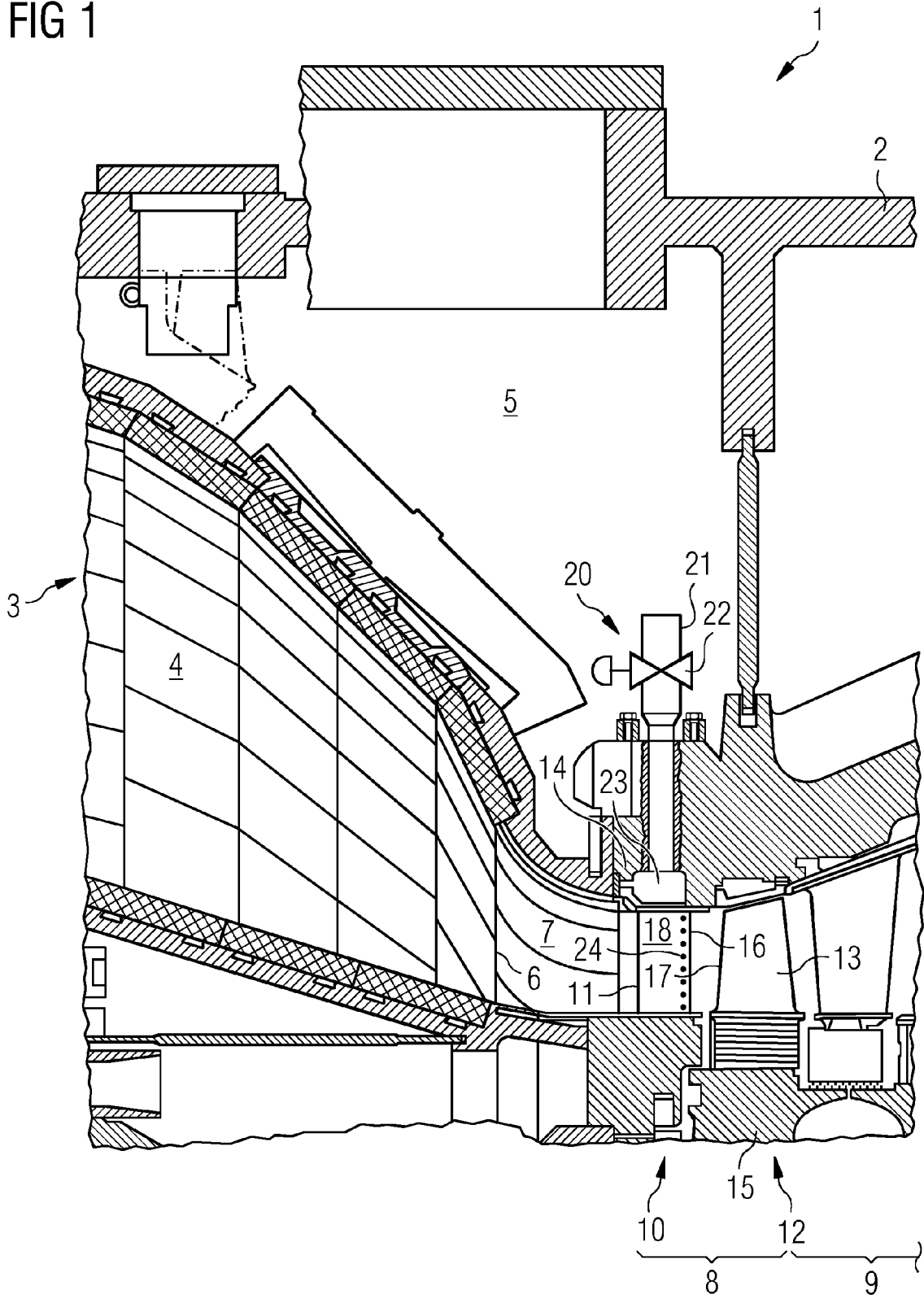


FIG 2

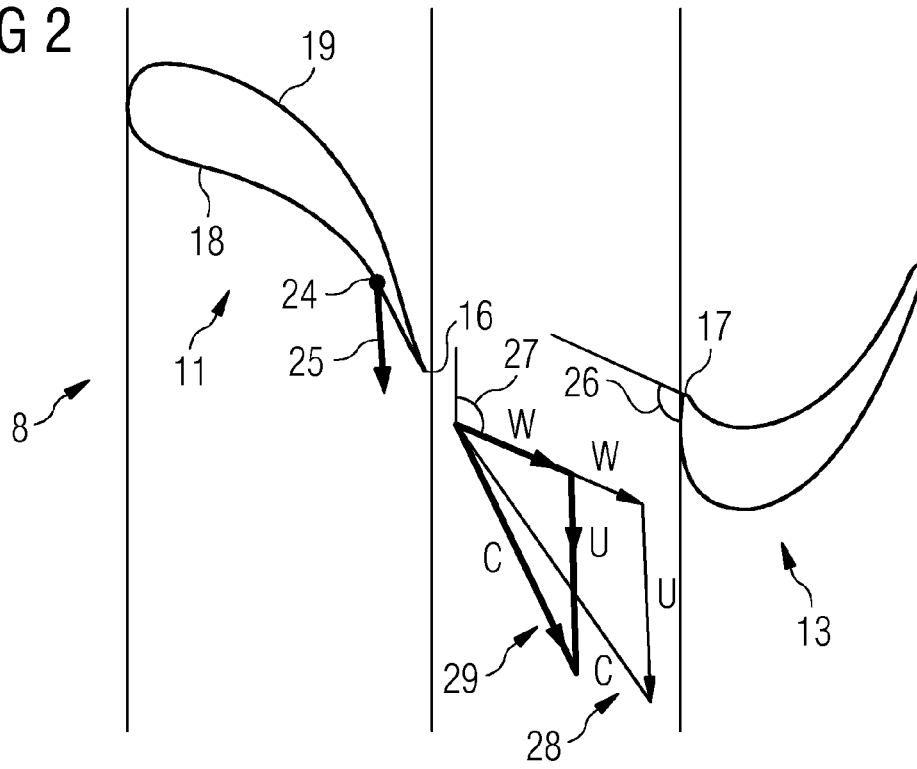
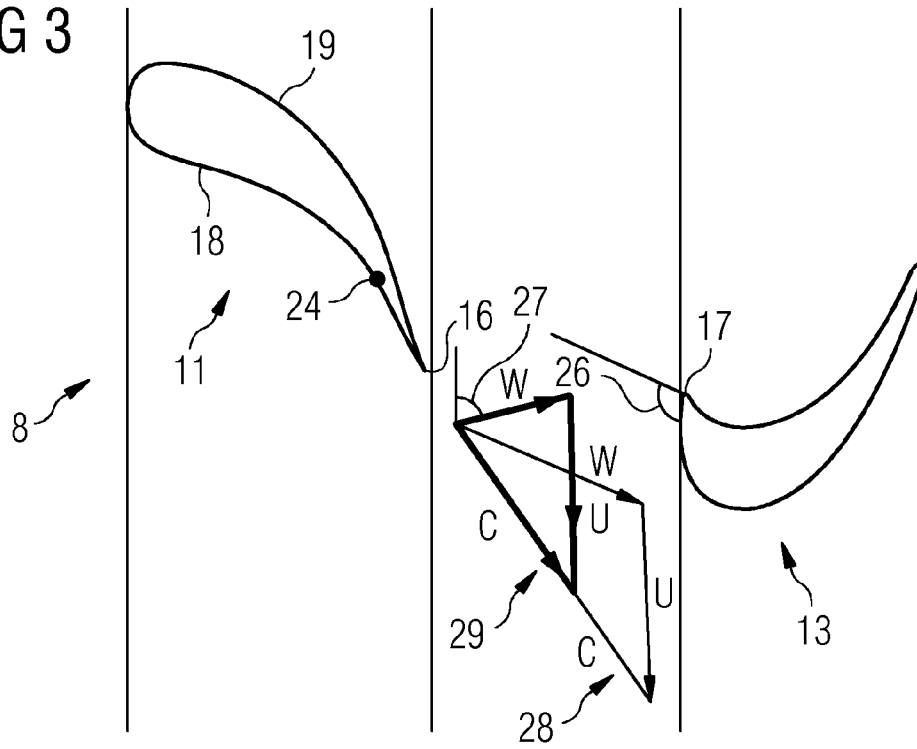


FIG 3





Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 16 1498

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|--|--|--|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | FR 1 263 010 A (M A N TURBOMOTOREN G M B H) 5. Juni 1961 (1961-06-05) * Abbildungen 3,7-9,14 * * Seite 2, Spalte 1, Absatz 8 * * Seite 2, Spalte 2, Absatz 2 * * Seite 3, Spalte 1, Absatz 2 - Absatz 3 * * Seite 3, Spalte 1, Absatz 6 * * Seite 3, Spalte 2, Absatz 1 - Absatz 4 * | 1-12 | INV. F01D5/14 |
| X | US 3 385 509 A (ROBERT GARNIER MICHEL) 28. Mai 1968 (1968-05-28) * Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 32 * * Ansprüche 3,4 * * Abbildungen 3,4 * | 1-10 11,12 | |
| X | US 3 726 604 A (HELMS H ET AL) 10. April 1973 (1973-04-10) * Abbildungen 1,3 * * Seite 1, Zeile 20 - Zeile 26 * | 1-5 | |
| X | BE 566 224 A (UNITED AIR. CORP.) 29. Juli 1960 (1960-07-29) * Abbildungen 1,2 * * Seite 2, Absatz 3 * * Seite 5, Absatz 4 * * Seite 13, Absatz 1 * | 1-5,11, 12 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D |
| X | US 3 751 909 A (KÖHLER G) 14. August 1973 (1973-08-14) * Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 27 * * Spalte 4, Zeile 48 - Zeile 53 * * Abbildungen 1,2 * | 1-5,8-12 | |
| A | GB 2 367 096 A (ABB ALSTOM POWER UK LTD [GB]) 27. März 2002 (2002-03-27) * Abbildung 4 * * Zusammenfassung * * Seite 5, Zeile 4 - Zeile 12 * | 1-12 | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| 3 | Recherchenort Den Haag | Abschlußdatum der Recherche 28. Juli 2011 | Prüfer Burattini, Paolo |
| 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 11 16 1498

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.

28-07-2011

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| FR 1263010 | A | 05-06-1961 | KEINE | |
| US 3385509 | A | 28-05-1968 | DE 1476907 A1 | 03-04-1969 |
| | | | FR 1483743 A | 09-06-1967 |
| | | | GB 1146347 A | 26-03-1969 |
| US 3726604 | A | 10-04-1973 | GB 1338354 A | 21-11-1973 |
| BE 566224 | A | | KEINE | |
| US 3751909 | A | 14-08-1973 | DE 2042478 A1 | 02-03-1972 |
| | | | FR 2103560 A1 | 14-04-1972 |
| | | | GB 1361063 A | 24-07-1974 |
| GB 2367096 | A | 27-03-2002 | CH 694995 A5 | 31-10-2005 |
| | | | FR 2814499 A1 | 29-03-2002 |
| | | | US 2002069845 A1 | 13-06-2002 |

EPO FORM P0461

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