

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)



EP 1 126 134 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
22.08.2001 Patentblatt 2001/34

(51) Int Cl. 7: F01D 5/18

(21) Anmeldenummer: 00103261.4

(22) Anmeldetag: 17.02.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Tiemann, Peter, Dipl.-Ing.  
58452 Witten (DE)

### (54) Luft- und dampfgekühlte Gasturbinenschaufel

(57) Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenschaufel (1), die in getrennten Hohlräumen (21, 23) sowohl mit Luft (25) als auch mit Dampf (17) gekühlt wird. Insbe-

sondere die Abströmkante 11 wird mit Luft (25) gekühlt, wodurch die Abströmkante (11) aerodynamisch günstig dünn ausführbar ist. Der größte Teil der Gasturbinenschaufel (1) wird Verdichterluft sparend dampfgekühlt.

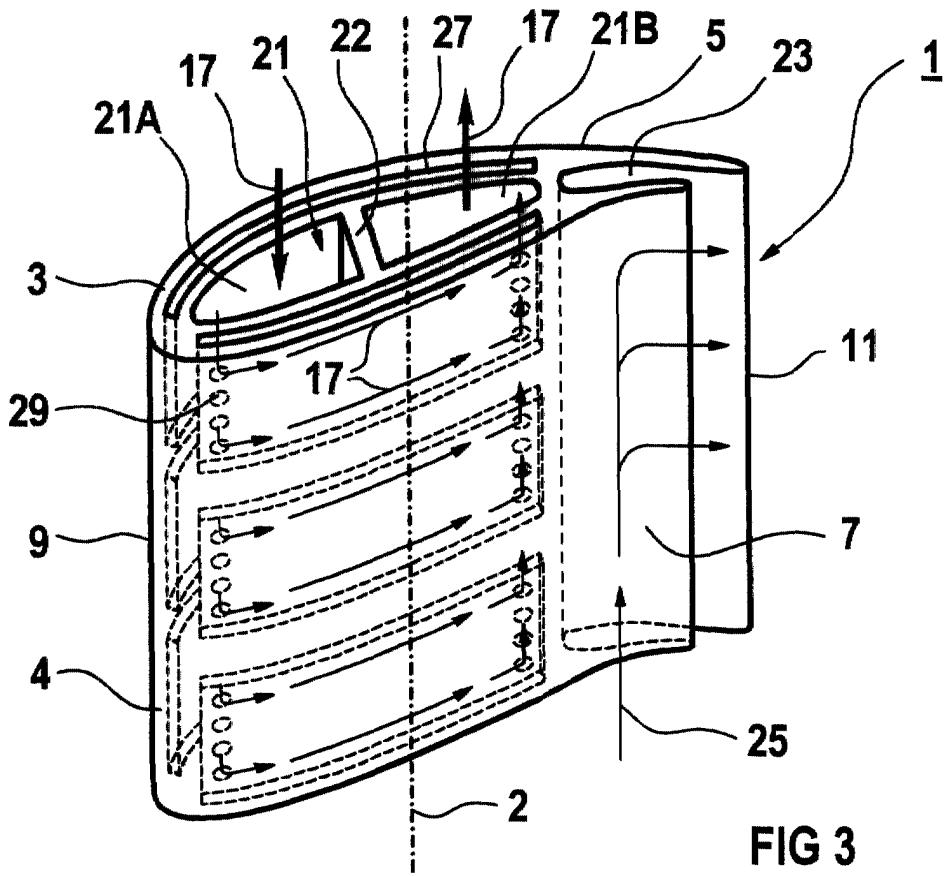


FIG 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenschaufel, die hohl ausgeführt und durch ein Kühlmedium kühlt ist.

**[0002]** Die US-PS 5,320,483 offenbart, wie Kühlfluid zur Kühlung einer Gasturbinenschaufel in Form von Kühldampf in einem geschlossenen Kreislauf in eine Gasturbinenschaufel eingeleitet wird und nach dem Durchströmen eines mit verschiedenen Strömungskammern und Innenwänden ausgestatteten, innenliegenden Hohlraums der Turbinenschaufel wieder herausgeführt wird. Der Hohlraum ist von der Außenwand der Turbinenschaufel umgeben, die von einem heißen Aktionsfluid der Gasturbine angeströmt ist. Die Außenwand weist eine im wesentlichen konstante Dicke über eine Betrachtung eines Querschnitts durch den Schaufelblattbereich auf.

**[0003]** Neben der Kühlung mittels Kühldampf ist vor allem eine Kühlung mit Luft üblich. Diese wird in der Regel dem Verdichter der Gasturbine entnommen. Hierdurch sinkt der Wirkungsgrad der Gasturbine, da diese Verdichterluft nicht mehr unter ihrem vollen Druck der Verbrennung zur Verfügung steht. Die Dampfkühlung spart nicht nur Verdichterluft, sondern ermöglicht auch eine hohe Kühlleistung. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch die Notwendigkeit der geschlossenen Führung von Dampf bei einer dampfgekühlten Gasturbinenschaufel - das heißt Kühldampf darf nicht in den Strömungskanal der Gasturbine austreten - konstruktive Nachteile für die Gasturbinenschaufel unvermeidlich sind. Insbesondere im Bereich der Abströmkante der Gasturbinenschaufel erfordert die geschlossene Dampfkühlung eine relativ hohe Mindestdicke, da sowohl die Schaufelwand als auch der dampfführende Hohlraum nicht beliebig dünn ausgeführt werden können. Bei gegossenen Gasturbinenschaufeln ergeben sich über die Randbedingungen des Gießprozesses auch bestimmte Mindestdicken. Die somit zwangsläufig relativ dicken Abströmkanten laufen aber den aerodynamischen Anforderungen der Gasturbinenschaufel zuwider. Ein möglichst verlustfreies Abströmen des Heißgases wird nur mit einer dünnen Austrittskante gewährleistet. Dicke Abströmkanten beeinträchtigen somit wiederum den Wirkungsgrad der Gasturbine.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es dementsprechend, eine Gasturbinenschaufel und eine Gasturbine anzugeben, bei der eine effiziente Kühlung bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad sichergestellt ist. Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zur Kühlung einer Gasturbinenschaufel.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird die auf eine Gasturbinenschaufel gerichtete Aufgabe gelöst durch eine luft- und dampfgekühlte Gasturbinenschaufel.

**[0006]** Mit der Erfindung wird also erstmals der Weg eingeschlagen, eine Gasturbinenschaufel sowohl mit Luft als auch mit Dampf zu kühlen. Hierdurch werden die verschiedenen Vorteile dieser Kühlmedien so kom-

binierbar, dass sowohl die Verdichterluft sparende Dampfkühlung als auch die konstruktions-einfache Luftkühlung zum Einsatz kommen. Je nach den Einsatzbedingungen, den technischen Randbedingungen oder weiteren Konstruktionsanforderungen werden unterschiedliche Teile der Gasturbinenschaufel entweder mit Luft oder mit Dampf gekühlt.

**[0007]** Die auf eine Gasturbinenschaufel gerichtete Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Gasturbinenschaufel mit einer Schaufelwand, die ein Schaufelblatt mit einer Schaufelblattoberfläche aufweist, wobei die Schaufelwand einen ersten Hohlraum und einen vom ersten Hohlraum vollständig getrennten zweiten Hohlraum begrenzt, und wobei der erste Hohlraum gegenüber der Schaufelblattoberfläche geschlossen und der zweite Hohlraum zur Schaufelblattoberfläche hin offen ist.

**[0008]** Der erste Hohlraum ist gegenüber dem Heißgaskanal, in den die Gasturbinenschaufel einbaubar ist, vollständig geschlossen. Der zweite Hohlraum öffnet sich demgegenüber in den Heißgaskanal. Der erste Hohlraum dient der Führung von Dampf. Der zweite Hohlraum dient der Führung von Kühlluft. Der Teil der Schaufelwand, der den ersten Hohlraum begrenzt, ist somit durch eine Dampfkühlung kühltbar. Der zweite Teil der Schaufelwand, der den zweiten Hohlraum begrenzt, wird durch Kühlluft gekühlt. Durch diese Kombination sind die Anforderungen an die Gasturbinenschaufel hinsichtlich effizienter Kühlung und hohem Wirkungsgrad als auch hinsichtlich der konstruktiven und insbesondere gießtechnischen Randbedingungen in besonders hoher Güte erfüllbar.

**[0009]** Vorzugsweise wird der erste Hohlraum durch einen Teil der Schaufelwand begrenzt, der eine Anströmkante der Gasturbinenschaufel bildet. Somit wird der thermisch besonders hoch belastete Teil der Gasturbinenschaufel, nämlich die Anströmkante, besonders effizient durch eine Dampfkühlung kühltbar. Bevorzugtermaßen wird der zweite Hohlraum durch einen Teil der Schaufelwand begrenzt, der eine Abströmkante der Gasturbinenschaufel bildet. Somit ist die Abströmkante der Gasturbinenschaufel durch Kühlluft kühltbar, die durch die Öffnung des zweiten Hohlraums zur Schaufelblattoberfläche in den Heißgaskanal austritt. Weiter bevorzugt ist der zweite Hohlraum im Bereich der Abströmkante zur Schaufelblattoberfläche offen. Hierdurch ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass die Abströmkante dünn ausgeführt werden kann. Gerade auch für gegossene Gasturbinenschaufeln sind besonders dünne Abströmkanten herstellbar. Zudem ergibt sich durch die Öffnung des zweiten Hohlraums die Möglichkeit einer zusätzlichen Halterung des Gußkerns im Gießprozess. Hierdurch wird insbesondere ein Biegen des Kerns beim Abguss verringert. Gasturbinenschaufeln, die ausschließlich dampfgekühlt sind, sind in der Regel nur so gießbar, dass der Gusskern im Kopf- und Fussbereich gehalter wird. In der Mitte ist durch die Notwendigkeit der Herstellung geschlossener Hohlräume

keine Halterung möglich. Hierdurch ist ein Biegen des Gusskerns gerade in der Mitte der Gasturbinenschaufel unter Umständen so erheblich, dass durch die dadurch verursachten Wanddickenschwankungen die Mindestwanddicke für die Gasturbinenschaufel festgelegt wird. Durch die zusätzliche Halterung über eine offene Abströmkante kann eine Wanddickenschwankung geringer gehalten und somit gegebenenfalls die Schaufelwanddicke dünner ausgeführt werden. Gleichzeitig wird aber immer noch ein erheblicher Teil der Gasturbinenschaufel durch eine Dampfkühlung kühlbar. Lediglich der Bereich der Abströmkante wird zusätzlich durch Luft gekühlt. Der so entstehende geringe KühlLuftverbrauch führt zu einer Wirkungsgradverbesserung gegenüber einer rein durch Luft gekühlten Gasturbinenschaufel. Auf der anderen Seite ergibt die dünne Abströmkante günstige aerodynamische Werte und wiederum einen verbesserten Wirkungsgrad gegenüber einer rein durch Dampf gekühlten Gasturbinenschaufel mit einer notwendigerweise dicken Abströmkante.

**[0010]** Die Gasturbinenschaufel ist entlang einer Schaufelachse gerichtet und weist eine Saugseite und eine Druckseite des Schaufelblatts auf. Vorzugsweise ist der erste Hohlraum durch eine die Saugseite und die Druckseite verbindende, entlang der Schaufelachse gerichtete innere Rippe in zweite Teilhöhlräume unterteilt. Die Trennung der beiden Höhlräume wird somit durch eine innere Versteifungsrippe verwirklicht. Sie schließt den ersten Hohlraum vollständig gegenüber dem zweiten Hohlraum ab. Ein Austritt von Kühldampf in den Heißgaskanal erfolgt somit nicht.

**[0011]** Vorzugsweise begrenzen mindestens drei Viertel des Teils der Schaufelwand, der das Schaufelblatt bildet, den ersten Hohlraum. Somit sind mindestens drei Viertel des Schaufelblatts mit Dampfkühlung kühlbar. Der luftgekühlte Teil des Schaufelblatts erstreckt sich vorzugsweise immer gerade so weit, dass die Ausführung einer dünnen Abströmkante ermöglicht wird.

**[0012]** Bevorzugtermaßen ist die Gasturbinenschaufel wie eine Leitschaufel, weiter bevorzugt für eine erste Gasturbinenstufe, ausgebildet. Bei einer Leitschaufel ist eine Dampfkühlung einfacher zu verwirklichen, als bei einer Laufschaufel, da der Dampf über das feststehende Gehäuse der Leitschaufel zuführbar ist. Die Leitschaufeln einer ersten Gasturbinenstufe sind besonders hohen Temperaturen ausgesetzt und müssen besonders effizient gekühlt werden.

**[0013]** Die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbine mit einer Gasturbinenschaufel entsprechend einer der oben beschriebenen Ausführungen, bei der der erste Hohlraum mit einer Dampfzuführung und der zweite Hohlraum mit einer Luftzuführung verbunden ist.

**[0014]** Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Kühlung einer in einem Heißgaskanal einer Gasturbine angeordneten Gasturbinenschaufel, bei dem gleichzeitig

Luft und Dampf durch die Gasturbinenschaufel geleitet wird.

**[0015]** Die Vorteile einer solchen Gasturbine bzw. eines solchen Verfahrens ergeben sich entsprechend den 5 obigen Ausführungen zu den Vorteilen einer luft- und dampfgekühlten Gasturbinenschaufel.

**[0016]** Vorzugsweise wird der Dampf ohne Kontakt 10 zum Heißgaskanal durch die Gasturbinenschaufel geführt, während die Luft zumindest teilweise in den Heißgaskanal austritt.

**[0017]** Bevorzugtermaßen wird eine Anströmkante 15 der Gasturbinenschaufel mit dem Dampf und eine Abströmkante der Gasturbinenschaufel mit der Luft gekühlt. Weiter bevorzugt werden mindestens drei Viertel der Schaufelwand eines Schaufelblatts der Gasturbinenschaufel mit dem Dampf gekühlt.

**[0018]** Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

20 FIG 1 und 2 jeweils eine dampfgekühlte Gasturbinenschaufel nach dem Stand der Technik,

FIG 3 eine luft- und dampfgekühlte Gasturbinenschaufel, und

FIG 4 eine Gasturbine.

**[0019]** Gleiche Bezugszeichen haben in den 30 verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

**[0020]** Figur 1 zeigt eine rein dampfgekühlte Gasturbinenschaufel 1 nach dem Stand der Technik. Die Gasturbinenschaufel 1 ist entlang einer Schaufelachse 2 gerichtet. Die Gasturbinenschaufel 1 weist eine Schaufelwand 3 auf. Die Schaufelwand 3 bildet ein Schaufelblatt 4. Außer dem Schaufelblatt 4 weist eine Gasturbinenschaufel 1 üblicherweise auch noch ein Kopf- und ein Fußteil auf, welche hier aber der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind. Das Schaufelblatt 4 weist eine 40 Saugseite 5 und eine Druckseite 7 auf. Weiterhin weist das Schaufelblatt 4 eine Anströmkante 9 und eine Abströmkante 11 auf. Die Schaufelwand 3 begrenzt einen inneren Hohlraum 13. In der Schaufelwand 3 sind entlang der Schaufelachse 2 gerichtete Strömungskanäle 45 angeordnet.

**[0021]** Eine solche Gasturbinenschaufel 1 ist im Heißgaskanal einer Gasturbine angeordnet und wird dort von sehr heißem Gas umströmt. Zum Schutz vor 50 Beschädigungen wird die Gasturbinenschaufel 1 gekühlt. Dies geschieht durch eine geschlossene Dampfkühlung. Hierzu wird Dampf 17 in den inneren Hohlraum 13 geleitet und über die Strömungskanäle 15 wieder zurückgeführt. Der Dampf 17 kühlst dabei sehr effizient die Schaufelwand 3. Dadurch bleibt die Temperatur der 55 Schaufelwand 3 unterhalb eines kritischen Schmelzpunktes.

**[0022]** Eine weitere, gemäß dem Stand der Technik ausgebildete rein dampfgekühlte Gasturbinenschaufel

1 zeigt Figur 2. Im Unterschied zur Gasturbinenschaufel gemäß Figur 1 ist bei der Gasturbinenschaufel gemäß Figur 2 der innere Hohlraum 13 in Teilhohlräume 13A, 13B, 13C, 13D unterteilt. Diese Unterteilung wird durch entlang der Schaufelachse 2 gerichtete, die Saugseite 5 mit der Druckseite 7 verbindende Versteifungsrippen 19 erreicht. Der Kühldampf 17 wird nun serpentinenartig durch die Teilhohlräume 13A, 13B, 13C, 13D geführt und kühl dabei die Gasturbinenschaufel 1.

**[0023]** Die Gasturbinenschaufeln gemäß Figur 1 und Figur 2 zeigen beide ein geschlossenes Kühlsystem, d. h. Kühldampf 17 tritt an keiner Stelle in den Heißgaskanal über die Oberfläche des Schaufelblatts 4 auf. Dies führt aus konstruktiven Gründen dabei insbesondere im Bereich der Abströmkante 11 dazu, dass eine gegenüber den aerodynamisch günstigsten Formen zu dicke Kontur folgt. Sowohl durch eine Mindestgröße des Dampf-führenden Hohlraums im Bereich der Abströmkante 11 als auch für eine Mindestwanddicke kann die Abströmkante 11 eine bestimmte Mindestdicke nicht unterschreiten. Typischerweise muß eine Mindestwanddicke von 1,6 mm und ein Mindest-Hohlraumdurchmesser von 1,6 mm vorgesehen werden, so dass eine Mindestdicke von ca. 5 mm auch im Bereich der Abströmkante 11 folgt. Diese relativ hohe Dicke führt zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades der Gasturbine. Ein weiterer Faktor, der eine Mindestwanddicke beeinflusst, ist das Problem der Wanddickenschwankungen bei gegossenen Gasturbinenschaufeln. Bei einem geschlossenen Dampfkühlungssystem einer Gasturbinenschaufel kann der Gusskern nur an der Kopf- und an der Fussseite der Gasturbinenschaufel 1 beim Gießprozess gehalten werden. In der Mitte der Gasturbinenschaufel 1 ist der Gusskern nicht abgestützt. Beim Abguß kann es dadurch zu Verbiegungen des Gusskerns kommen, welche zu Wanddickenschwankungen für die Schaufelwand 3 führen. Diesen Wanddickenschwankungen muss mit der Mindestwanddicke begegnet werden.

**[0024]** Bei luftgekühlten Turbinenschaufeln muß kein gegenüber dem Heißgaskanal geschlossenes Kühlsystem vorgesehen werden. Dies führt sowohl zu einer Vereinfachung des Fertigungsprozesses insbesondere bei gegossenen Turbinenschaufeln, als auch zur Möglichkeit der Gestaltung relativ dünner Abströmkanten. Die sich daraus ergebenden Vorteile hinsichtlich des Wirkungsgrades aufgrund der aerodynamisch günstigeren Gestaltung werden allerdings wieder kompensiert durch den Verlust an Verbrennungsluft ausreichenden Drucks. Die Kühlluft muß nämlich vom Verdichter der Gasturbine abgezweigt werden und steht somit nicht mehr mit ausreichend hohem Druck der Verbrennung zur Verfügung.

**[0025]** Die Gasturbinenschaufel 1 aus Figur 3 zeigt die oben beschriebenen Nachteile rein dampfgekühlter Schaufeln einerseits und rein luftgekühlter Schaufeln andererseits nicht mehr. Die Gasturbinenschaufel 1 weist einen ersten Hohlraum 21 auf, der entsprechend

dem inneren Hohlraum der Gasturbinenschaufel 1 der Figur 2 in zwei Teilhohlräume 21A, 21B unterteilt ist. Die Unterteilung wird durch eine innere Rippe 22 bewirkt, die entlang der Schaufelachse 2 gerichtet die Saugseite

5 mit der Druckseite 7 verbindet. Die Schaufelwand 3 der Gasturbinenschaufel ist teilweise doppelwandig ausgeführt. Eine in der Schaufelwand 3 liegende Kühlkammer 27 erstreckt sich von der Anströmkante 9 bis zum Ende des ersten Hohlraums 21, und zwar sowohl 10 auf der Saugseite 5 als auch auf der Druckseite 7. Die Kühlkammer 27 kommuniziert mit Öffnungen 29 mit dem ersten Hohlraum 21. Ein zweiter Hohlraum 23 ist im Bereich der Abströmkante 11 der Gasturbinenschaufel 1 angeordnet und von der Schaufelwand 3 teilweise 15 gegrenzt. Zur Abströmkante 11 hin ist der zweite Hohlraum 23 zur Schaufelblattoberfläche des Schaufelblatts 4 geöffnet.

**[0026]** Die Kühlung der Gasturbinenschaufeln 1 funktioniert folgendermaßen:

20 **[0027]** Der Kühldampf 17 wird in den ersten Teilhohlraum 21A geleitet. Aus dem Teilhohlraum 21A gelangt der Kühldampf 17 über die Öffnungen 29 in die Kühlkammer 27 und strömt dort in Richtung auf die Abströmkante 11. Über weitere Öffnungen 29 gelangt der Kühldampf 17 wiederum in den ersten Hohlraum 21, und zwar in den zweiten Teilhohlraum 21B. Dort wird der Kühldampf 17 wieder aus der Gasturbinenschaufel 1 geführt. Durch diesen Aufbau ergibt sich eine sehr effiziente Dampfkühlung des größten Teils der Gasturbinenschaufel 1, und zwar des thermisch besonders belasteten vorderen Teils der Gasturbinenschaufel 1. In den zweiten Hohlraum 23 wird Kühlluft 25 eingeleitet. Diese strömt über die Öffnung des zweiten Hohlraums 23 an der Abströmkante 11 vorbei in den Heißgaskanal. 30 Der hintere Teil der Gasturbinenschaufel 1 ist somit durch die Kühlluft 25 gekühlt. Die Abströmkante 11 kann nun dünn ausgeführt werden, da kein geschlossener Raum wie bei der Dampfkühlung des vorderen Bereichs vorgesehen werden muss. Durch diese dünne Abströmkante 11 werden aerodynamisch sehr günstige Werte erreicht, so dass der Wirkungsgrad einer Gasturbine, in die die Gasturbinenschaufel 1 eingebaut ist, steigt. Weiterhin kann über die Öffnung des zweiten Hohlraums 23 ein Gusskern auch im Bereich zwischen der Kopf- und 40 Fussseite der Gasturbinenschaufel 1 gehalten werden. Damit werden Biegungen des Gusskerns erheblich reduziert und es kann eine geringere Wanddicke für die Gasturbinenschaufel 1 erreicht werden. Mit einer geringeren Wanddicke der Schaufelwand 3 ist eine erheblich 45 bessere Kühlung der Gasturbinenschaufel 1 erreichbar. Die Kombination einer gleichzeitigen Luft- und Dampfkühlung der Gasturbinenschaufel 1 ermöglicht somit eine effiziente Kühlung bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad. 50 **[0028]** Figur 4 zeigt schematisch in einem Längsschnitt eine Gasturbine 31. Auf einer Gasturbinenwelle 33 sind hintereinander angeordnet ein Verdichter 35, eine Brennkammer 39 und ein Turbinenteil 37. Das Tur-

binenteil 37 weist einen Heißgaskanal 38 auf. Im Heißgaskanal 38 sind Gasturbinenschaufeln 1 angeordnet. Wechselnd aufeinander folgend sind Leitschaukelkämme und Laufschaufelkämme vorgesehen. Die in Strömungsrichtung ersten Gasturbinenschaufeln 1 gehören zu einem Leitschaukelkranz einer ersten Stufe der Gasturbine 31. Diese erste Stufe ist besonders hohen Temperaturen von aus der Brennkammer 39 austretendem Heißgas ausgesetzt. Die Gasturbinenschaufeln 1 werden - wie oben ausgeführt - über eine kombinierte Luft- und Dampfkühlung gekühlt. Dazu wird dem Verdichter 35 Verdichterluft entnommen und über eine Luftzuführung 45 den Gasturbinenschaufeln 1 zugeführt. Über eine Dampfzuführung 43 wird den Gasturbinenschaufeln 1 auch Dampf zugeführt. Vorzugsweise stammt dieser Dampf aus einer Dampfturbine eines kombinierten Gas- und Dampfprozesses.

#### Patentansprüche

1. Luft- und dampfgekühlte Gasturbinenschaufel (1).
2. Gasturbinenschaufel (1) mit einer Schaufelwand (3), die ein Schaufelblatt (4) mit einer Schaufelblattoberfläche aufweist, wobei die Schaufelwand (3) einen ersten Hohlraum (21) und einen vom ersten Hohlraum (21) vollständig getrennten zweiten Hohlraum (23) begrenzt, und wobei der erste Hohlraum (21) gegenüber der Schaufelblattoberfläche geschlossen und der zweite Hohlraum (23) zur Schaufelblattoberfläche offen ist.
3. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 2, mit einer Anströmkante (9) der Schaufelwand (3), wobei der erste Hohlraum (21) durch den die Anströmkante (9) bildenden Teil der Schaufelwand (3) begrenzt ist.
4. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 2 oder 3, mit einer Abströmkante (11) der Schaufelwand (3), wobei der zweite Hohlraum (23) durch den die Abströmkante (11) bildenden Teil der Schaufelwand (3) begrenzt ist.
5. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 4, bei der der zweite Hohlraum (23) im Bereich der Abströmkante (11) zur Schaufelblattoberfläche offen ist.
6. Gasturbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, gerichtet entlang einer Schaufelachse (2) und mit einer Saugseite (5) und einer Druckseite (7) des Schaufelblattes (4), wobei der erste Hohlraum (21) durch eine die Saugseite (5) und die Druckseite (7) verbindende, entlang der Schaufelachse (2) gerichtete innere Rippe (22) in zwei Teilhöhlräume (21A, 21B) unterteilt ist.

5 7. Gasturbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der mindestens drei Viertel des das Schaufelblatt (4) bildenden Teiles der Schaufelwand (3) den ersten Hohlraum (21) begrenzen.

10 8. Gasturbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, die als eine Leitschaukel, insbesondere für eine erste Gasturbinenstufe (41), ausgebildet ist.

15 9. Gasturbine (31) mit einer Gasturbinenschaufel (1) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der der erste Hohlraum (21) mit einer Dampfzuführung (43) und der zweite Hohlraum (23) mit einer Luftzuführung (45) verbunden ist.

20 10. Verfahren zur Kühlung einer in einem Heißgaskanal (38) einer Gasturbine (31) angeordneten Gasturbinenschaufel (1), bei dem gleichzeitig Luft (25) und Dampf (17) durch die Gasturbinenschaufel (1) geleitet wird.

25 11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der Dampf (17) ohne Kontakt zum Heißgaskanal (38) durch die Gasturbinenschaufel (1) geführt wird und die Luft (25) zumindest teilweise in den Heißgaskanal (38) austritt.

30 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei dem eine Anströmkante (9) der Gasturbinenschaufel (1) mit dem Dampf (17) und eine Abströmkante (11) der Gasturbinenschaufel (1) mit der Luft (25) gekühlt wird.

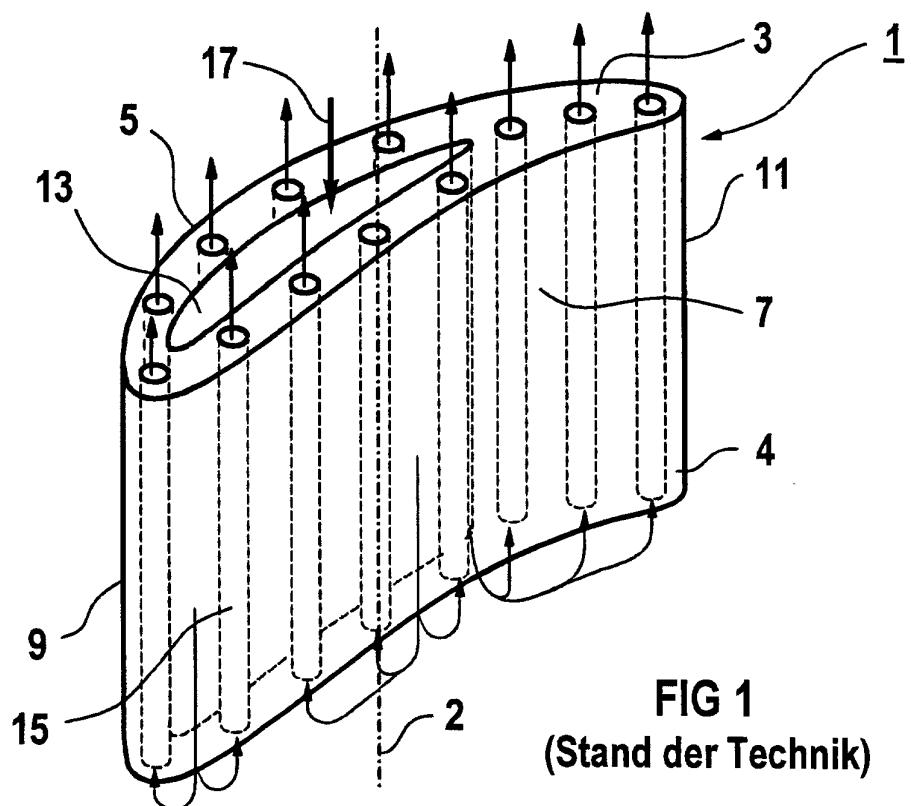
35 13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem mindestens drei Viertel der Schaufelwand (3) eines Schaufelblattes (4) der Gasturbinenschaufel (1) mit dem Dampf (17) gekühlt werden.

40

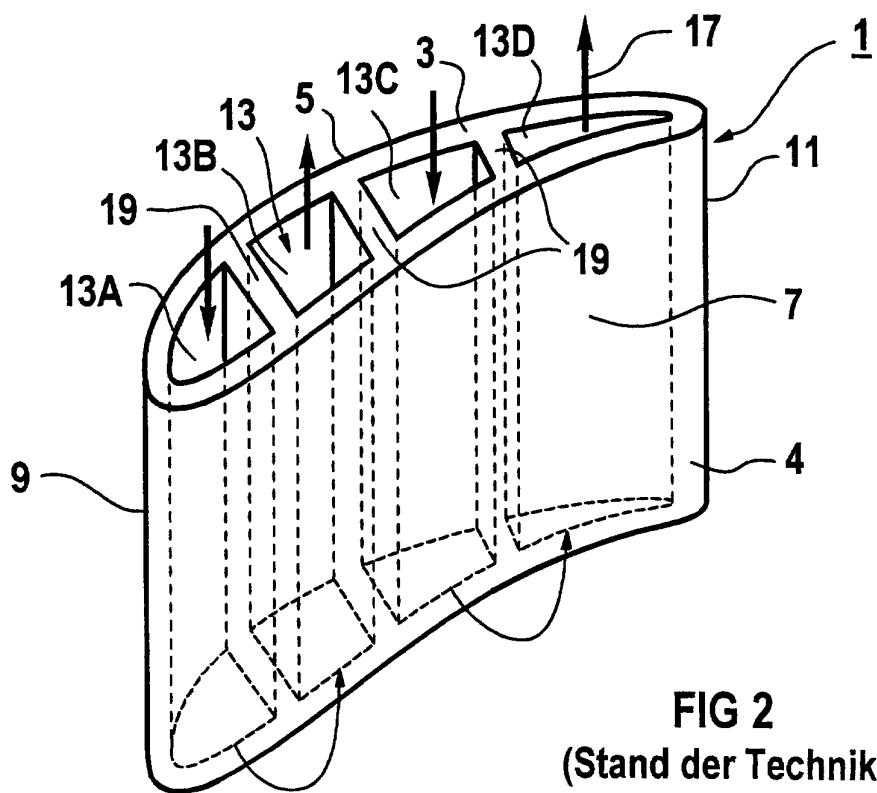
45

50

55



**FIG 1**  
(Stand der Technik)



**FIG 2**  
(Stand der Technik)

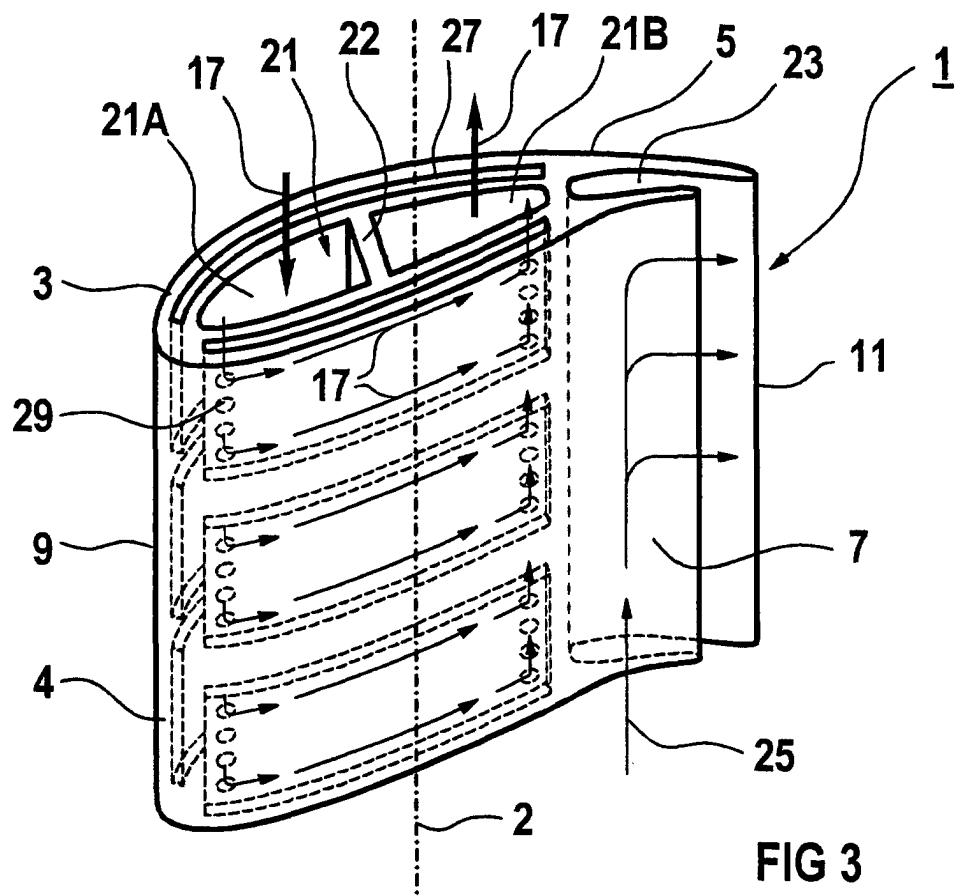
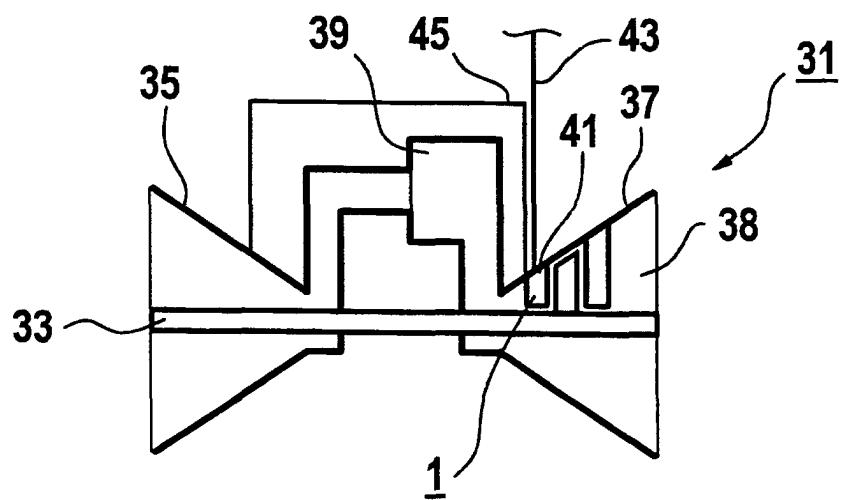


FIG 3



**FIG 4**



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 3261

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
X	EP 0 894 946 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 3. Februar 1999 (1999-02-03) * Abbildung 1 *	1-13	F01D5/18
X	US 6 019 579 A (FUKUNO HIROKI ET AL) 1. Februar 2000 (2000-02-01) * Abbildung 3 *	1-13	
X	EP 0 955 449 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 10. November 1999 (1999-11-10) * Abbildung 1 *	1-13	
D, X	US 5 320 483 A (CUNHA FRANCISCO J ET AL) 14. Juni 1994 (1994-06-14) * Abbildungen *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	7. Juli 2000	Raspo, F	
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			

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

EP 00 10 3261

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

07-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentsdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0894946	A	03-02-1999	JP	10220203 A	18-08-1998
			US	6036436 A	14-03-2000
			CA	2250169 A	06-08-1998
			WO	9834013 A	06-08-1998
-----					
US 6019579	A	01-02-2000	JP	10252404 A	22-09-1998
			CA	2231495 A	10-09-1998
			DE	19810066 A	17-09-1998
-----					
EP 0955449	A	10-11-1999	KEINE		
-----					
US 5320483	A	14-06-1994	CA	2103416 A	01-07-1994
			EP	0605153 A	06-07-1994
			JP	6257405 A	13-09-1994
-----					