



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.06.2000 Patentblatt 2000/24

(51) Int Cl.7: **F01D 25/12, F02C 7/18,
F01D 5/18**

(21) Anmeldenummer: **99811112.4**

(22) Anmeldetag: **02.12.1999**

(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

(72) Erfinder: **Tarada, Fathi, Dr.
3122 Kehrsatz (CH)**

(74) Vertreter: **Liebe, Rainer et al
ABB Business Services Ltd.,
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)**

(30) Priorität: **05.12.1998 DE 19856199**

(71) Anmelder: **ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG
5401 Baden (CH)**

(54) **Kühlung in Gasturbinen**

(57) Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und die erfindungsgemäßen Verfahren dienen der effizienten und zuverlässigen Kühlung von Bauteilen 210 insbesondere in Turbomaschinen auch im Falle einer lokalen Erhöhung des statischen Druckes 234 eines heißen Fluids, das das Bauteil überströmt. Um eine ausreichende Kühlung der Bauteile 210 zu gewährleisten, ist erfin-

dungsgemäß der Abstand der Kühlbohrungen 240 untereinander jeweils so gewählt, daß die Kühlbohrungen 240 in dem Bereich erhöhten statischen Druckes 234 des heißen Fluides einen kleineren Abstand zueinander aufweisen als in den Bereichen niedrigeren statischen Druckes. Eine typische Ausführung der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt.

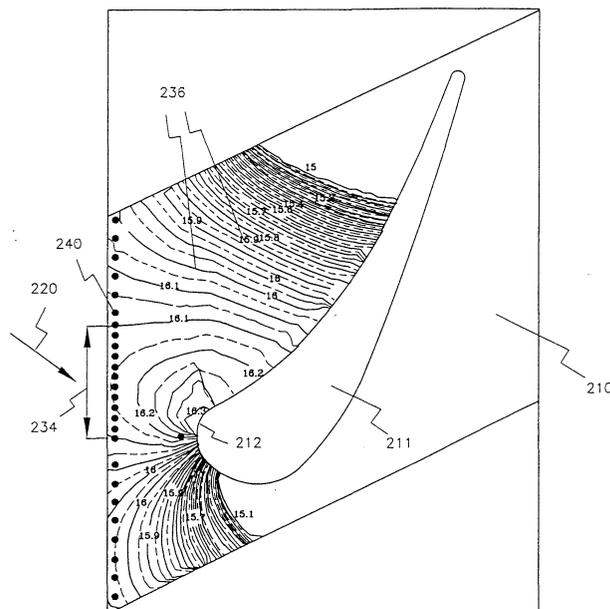


Fig. 3

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren zur Kühlung von Bauteilen in Turbomaschinen, insbesondere in Gasturbinen.

Stand der Technik

[0002] Die heutzutage in Turbomaschinen, insbesondere in Gasturbinen, üblichen Wirkungsgrade bedingen sehr hohe Prozeßtemperaturen. Insbesondere im Bereich der Brennkammer und des Turbineneintritts einer Gasturbine liegen die Temperaturen oftmals deutlich über den maximal zulässigen Materialtemperaturen der Bauteile der Gasturbine. Um eine Schädigung der Bauteile infolge Übertemperatur zu vermeiden, ist es somit häufig erforderlich, diese Bauteile zu kühlen. In Gasturbinen wird zu diesem Zweck in der Regel Fluid, zumeist Luft, aus dem Verdichter entnommen und den zu kühlenden Bauteilen zugeführt. Das dem Verdichter entnommene Fluid weist hierbei eine deutlich niedrigere Temperatur auf, als das durch die Brennkammer oder die Turbine strömende heiße Fluid. In einem Verfahren zur Kühlung von Bauteilen mittels eines Kühlfluides, der sogenannten Filmkühlung, wird das Kühlfluid aus Kühlbohrungen auf die Bauteiloberfläche und somit in die Strömung des heißen Fluides ausgeblasen. Aufgrund der Verdrängungswirkung des Kühlfluids bildet sich eine Trennschicht in Form eines Fluidfilms zwischen dem heißen Fluid und dem Bauteil aus. Infolgedessen wird die Wärme nicht mehr unmittelbar von dem heißen Fluid in das Bauteil übertragen. Die Trennschicht besteht hierbei nicht nur aus dem ausgeblasenen Kühlfluid, sondern es erfolgt insbesondere bedingt durch Wirbelsysteme auch eine Beimischung und Durchmischung von heißem Fluid in die Trennschicht. Dies wiederum führt zu einer Erhöhung der mittleren Temperatur des Fluides der Trennschicht, wodurch sich letztlich die Kühlwirkung verschlechtert.

[0003] Ferner ist es insbesondere bei Bauteilspalten oftmals üblich, diese Bauteilspalte mittels eines kontinuierlich aus dem Bauteilspalt ausströmenden Kühlfluides gegenüber dem den Bauteilspalt überströmenden, heißen Fluid abzudichten. Gleichzeitig werden hierbei die an den Bauteilspalt angrenzenden Bauteile gekühlt. Bauteilspalte treten in einer Turbomaschine beispielsweise zwischen ruhenden und rotierenden Bauteilen auf. Ebenso sind Bauteilspalte aber auch zur Berücksichtigung von im Betrieb auftretenden, thermisch bedingten Längenänderungen der Bauteile vorgesehen. Letzteres ist beispielsweise zumeist zwischen der Brennkammer und dem Turbineneintrittsleitrad der Fall. Sowohl im Falle der beschriebenen Filmkühlung als auch im Falle der Abdichtung eines Bauteilspaltes mittels eines aus dem Bauteilspalt ausströmenden Kühlfluidstroms ist eine zuverlässige Funktionsweise nur bei

einem hinreichenden Druckunterschied zwischen dem Kühlfluid und dem heißen Fluid gewährleistet. Da das Kühlfluid in Turbomaschinen einerseits zumeist dem Verdichter entnommen wird, andererseits aber in der Brennkammer nur geringe Druckverluste der Strömung des heißen Fluides auftreten, liegen oftmals insbesondere im Turbineneintrittsbereich nur sehr geringe Druckunterschiede zwischen dem Kühlfluid und dem heißen Fluid vor. Kommt es ferner beispielsweise vor den Stator des Turbineneintrittsleitrades lokal zu einer Erhöhung des statischen Druckes, so reicht der Druckunterschied des Kühlfluides gegenüber dem heißen Fluid nicht mehr aus, um ein vollständiges Abdichten des Bauteilspaltes gegenüber dem heißen Fluid oder auch die Ausbildung eines geschlossenen Kühlfluidfilms auf der Oberfläche eines Bauteils sicherzustellen. Infolgedessen kommt es zu einem lokalen Eindringen von heißem Fluid in den Bauteilspalt oder in den Kühlfluidfilm. Hierdurch kann es zu einer lokalen Überhitzung der angrenzenden Bauteile kommen.

Zum Zwecke der Kühlung der Bereiche der Turbineneintrittsleitschaufeln sind in der US-Patentschrift 4 739 621 unmittelbar stromauf der Turbineneintrittsleitschaufeln spezielle Kühlfluidzuführungen mit länglichen Querschnitten angeordnet. Die konstruktive Ausführung ist aber aufgrund der Teilevielfalt und der komplizierten Geometrie äußerst aufwendig.

[0004] In der Patentschrift EP 0 615 055 wird vorgeschlagen, die Kühlbohrungen stromauf der Turbineneintrittsleitschaufeln einer Gasturbine in den Bereichen vor den Leitschaufeln mit einem größeren Querschnitt auszuführen. Die Mittelpunkte der Kühlbohrungen sind hierbei in gleichen Abständen zueinander angeordnet. Infolge der Ausführung der Kühlbohrungen mit unterschiedlichen Querschnitten tritt jeweils in den Bereichen vor den Turbineneintrittsleitradern ein größerer Kühlfluidmassenstrom aus den Kühlbohrungen in die Strömung des heißen Fluides aus, wodurch sich eine gleichmäßige Kühlwirkung am Umfang des Turbineneintrittsleitrades erzielen läßt. Als Nachteil ist die sehr aufwendige und somit teure Fertigung der Kühlbohrungen mit unterschiedlichen Querschnitten zu nennen. Infolge der Variation der Querschnitte ergibt sich überdies eine Verschlechterung der Kühleffektivität bei einem von einem strömungstechnisch optimalen Querschnitt abweichenden Querschnitt der Kühlbohrungen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren vorzusehen, um ein oder mehrere Bauteile einer Turbomaschine auch im Falle einer lokalen Veränderung des statischen Druckes des heißen Fluides effizient und zuverlässig zu kühlen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Zwecke der Zuführung eines Kühlfluides in dem Bauteil Kühlbohrungen angeordnet

sind, die untereinander gleiche Querschnitte aufweisen und mit unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet sind. Das Bauteil wird hierbei von dem heißen Fluid überströmt. Eine lokale Erhöhung des statischen Druckes ergibt sich beispielsweise als Folge eines lokalen Aufstaus der Strömung vor den Schaufeln der Turbomaschine. Die Anordnung von Kühlbohrungen mit untereinander gleichen Querschnitten läßt sich fertigungstechnisch einfach und kostengünstig realisieren. Die Querschnitte der Bohrungen sind hierbei vorteilhaft so zu wählen, daß bei möglichst geringen Verlusten eine maximale Kühleffektivität erzielt wird. Ferner wurde gefunden, daß über die Variation des Abstandes der Kühlbohrungen zueinander der lokal eingebrachte Kühlfluidmassenstrom vorteilhaft dem lokalen Bedarf angepaßt werden kann. Es stellte sich heraus, daß durch die erfindungsgemäße Vorrichtung eine sehr effiziente und zuverlässige Kühlung des Bauteils ermöglicht wird. Aus kühlungstechnischen Gründen sind in der Regel kleinstmögliche Querschnitte bzw. Durchmesser der Kühlbohrungen erwünscht. Einerseits läßt sich hierdurch die Kühleffektivität optimieren und andererseits darüber hinaus der Kühlluftverbrauch begrenzen. Normalerweise ist jedoch aufgrund der Betriebsbedingungen ein minimaler Querschnitt bzw. Durchmesser der Kühlbohrungen erforderlich, so daß die Kühlbohrungen auch aufgrund von in der Kühlluft enthaltenem Schmutz oder Partikeln nicht verstopfen. Es stellte sich heraus, daß ein wesentlicher Vorteil der Erfindung darin liegt, daß durch die geschickte Verteilung der Kühlbohrungen mit gleichen und kühlungstechnisch optimierten Querschnitten und/oder Durchmessern eine deutlich verbesserte Kühlung der Bauteile mit einer größeren Kühleffektivität des Kühlfluides erzielt wird.

[0007] Die Ausführung der Kühlbohrungen mit gleichen Querschnitten und/oder gleichen Durchmessern bezieht sich natürlich auf gleiche Querschnitte und/oder gleiche Durchmesser der Kühlbohrungen innerhalb der üblichen Herstellungs- bzw. Fertigungstoleranzen. Ebenso sind anderweitige vergleichende Aussagen bezüglich geometrischer Abmessungen immer unter dem Aspekt üblicher Herstellungs- bzw. Fertigungstoleranzen zu bewerten.

[0008] Vorteilhaft sind die Abstände der Kühlbohrungen so gewählt und die Kühlbohrungen so angeordnet, daß sie in einem Bereich erhöhten statischen Druckes der Fluidströmung zueinander kleinere Abstände aufweisen als in dem Bereich niedrigeren statischen Druckes der Fluidströmung. Als Folge einer solchen Anordnung der Kühlbohrungen resultiert hieraus somit im Bereich erhöhten statischen Druckes ein größerer Kühlfluidmassenstrom. Dies führt dazu, daß sich in diesem Bereich auf der Oberseite des Bauteils ein dickerer Kühlfluidfilm ausbildet. Es wurde gefunden, daß im Falle eines lokal erhöhten statischen Druckes des heißen Fluides ein dickerer Kühlfluidfilm auf der Bauteiloberseite besonders vorteilhaft ist.

[0009] Dies ist darin begründet, daß das heiße Fluid

bei einem höheren statischen Druck verstärkt in den Kühlfluidfilm eindringt oder sich mit diesem vermischt, wodurch die Kühlwirkung des Kühlfluidfilms vermindert wird. Ferner wurde gefunden, daß sich als Folge von Druckunterschieden, wie sie im Falle eines lokal erhöhten Druckes vorliegen, oftmals Wirbelsysteme ausbilden. Infolge dieser Wirbelsysteme wird wiederum die Kühlwirkung des Kühlfluidfilms insbesondere in den Bereichen erhöhten statischen Druckes beeinträchtigt. Als Beispiel für eine derartige Wirbelbildung sei hier exemplarisch auf die Strömungsverhältnisse bei der Umströmung einer Schaufel insbesondere im Naben- oder Gehäusebereich verwiesen. Infolge des lokalen Aufstaus der Strömung vor der Schaufel kommt es hier zu einer lokalen Erhöhung des statischen Druckes. Insbesondere in den Eckenbereichen der Schaufel zur Nabe und zum Gehäuse hin bilden sich hierdurch verursacht Wirbelsysteme, wie beispielsweise der Hufeisenwirbel oder der Eckenwirbel, aus. Der Abstand der Kühlbohrungen ist hierbei zweckmäßig in Abhängigkeit der Querschnitte der Kühlbohrungen und des jeweils erforderlichen Kühlfluidmassenstroms zu wählen. Der Kühlfluidmassenstrom wiederum ist abhängig von dem Druck des heißen Fluides im Verhältnis zu dem Druck des Kühlfluides, aber auch von den Temperaturen des heißen Fluides und des Kühlfluides einerseits und der gewünschten Materialtemperatur andererseits.

[0010] Zweckmäßig ist die Anordnung der Kühlbohrungen in dem Bauteil so gewählt, daß die Kühlbohrungen zueinander in einer Reihe angeordnet sind. Die Kühlbohrungen werden in einer Turbomaschine vorteilhaft über den gesamten Umfang der Turbomaschine verteilt. Einerseits wird durch eine solche Anordnung in Reihe der Fertigungsaufwand deutlich reduziert. Andererseits bildet sich hierdurch ein möglichst zusammenhängender Kühlfluidfilm aus, der eine flächige Kühlung des Bauteils bewirkt.

[0011] Vorteilhaft sind die Kühlbohrungen mit runden oder elliptischen Querschnitten ausgeführt. Runde oder elliptische Querschnitte lassen sich fertigungstechnisch in einfacher Weise und somit kostengünstig realisieren.

[0012] Das Bauteil ist oftmals zweckmäßig als Plattform ausgeführt. Ebenso kann das Bauteil aber auch als ein geschlossener Kreisring oder als ein Teilkreisring ausgeführt sein.

Im Falle der Ausführung des Bauteils als Plattform sind die Kühlbohrungen vorteilhaft in der Plattform angeordnet. Am Umfang aneinandergereihte Plattformen dienen in Turbomaschinen oftmals als Seitenwände des Strömungskanals. Auf derartigen Plattformen sind häufig die Schaufeln der Turbomaschine angeordnet. Statorschaufeln sind zumeist mit am Schaufelfuß und an der Schaufelspitze angeordneten Plattformen ausgeführt, wohingegen Rotorschaufeln diese Plattformen oftmals nur am Schaufelfuß aufweisen. Hierbei befinden sich die Kühlbohrungen erfindungsgemäß zweckmäßig stromauf der Schaufeln entweder auf der mit der Schaufel verbundenen Plattform oder auf einer strom-

auf angeordneten Plattform oder einem anderweitigen stromauf angeordneten Bauteil. Insbesondere bei Statorschaufeln kommt es aufgrund der stationären Strömungsverhältnisse und infolge der lokalen Staupunktströmung zu einem lokalen und zeitlich konstanten Anstieg des statischen Druckes vor den einzelnen Schaufeln. Im Falle von Rotorschaufeln ändert sich der Ort des erhöhten statischen Druckes entsprechend der Rotorumdrehung, so daß sich ein zeitlich veränderliches statisches Druckprofil vor der Schaufelreihe ausbildet.

[0013] Oftmals verbleibt bei einer Aneinanderreihung zweier Bauteile zwischen diesen Bauteilen ein Spalt. Bildet sich nun in einem Bereich lokal erhöhten statischen Druckes der Strömung des heißen Fluides ein höherer statischer Druck des heißen Fluides im Vergleich zu dem Druck eines in dem Spalt anliegenden Dichtfluides aus, so kann es zu einem Einströmen von heißem Fluid in den Spalt kommen. Erfindungsgemäß sind die Kühlbohrungen vorteilhaft stromauf des Spaltes in dem stromauf angeordneten Bauteil vorgesehen. Hierdurch kommt es bereits stromauf des Spaltes zur Ausbildung des Kühlfluidfilms, so daß der Spalt von dem Kühlfluidfilm überdeckt wird. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, den Kühlfluidfilm in dem Bereich erhöhten statischen Druckes des heißen Fluides lokal zu intensivieren, beispielsweise lokal aufzudicken. Kommt es infolge der Druckverhältnisse nun zu einem lokalen Eindringen von Fluid in den Spalt, so dringt im Falle eines beispielsweise durch lokale Aufdickung intensivierten Kühlfluidfilms nur Fluid aus dem Kühlfluidfilm in den Spalt ein. Das Fluid des Kühlfluidfilms weist hierbei infolge der in der Regel geringen Vermischung des intensivierten Kühlfluidfilms mit dem heißen Fluid eine deutlich niedrigere Temperatur im Vergleich zur Temperatur des heißen Fluides auf. Infolgedessen ergibt sich für die an den Spalt angrenzenden Bauteile eine deutlich verminderte Temperaturbelastung und somit im Vergleich zu einer Anordnung herkömmlicher Art eine Kühlung der Bauteile. In einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung können die Kühlbohrungen aber auch stromab des Spaltes angeordnet sein, wobei dann in Abhängigkeit der Ausblaserichtung des Kühlfluides und der Entfernung der Kühlbohrungen zum Spalt eine geringere Kühlwirkung des Spaltes erzielt wird. Vornehmlich wird hierdurch eine Kühlung der stromab der Kühlbohrungen angeordneten Bauteile erzielt.

[0014] Die erfindungsgemäße Anordnung von Kühlbohrungen kann ferner auch vorteilhaft zur Kühlung von Brennkammerseitenwänden oder sonstigen Hitzeschilden aber auch zur Kühlung einer oder mehrerer Schaufeln eingesetzt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Erfindung ist hierbei aber nicht nur auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann über die Ausführungsbeispiele hinaus ebenso auch in anderer Weise verwirklicht werden.

Es zeigen:

[0016] Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Plattform, auf der eine Schaufel angeordnet ist, mit dem sich vor der Schaufel ausbildenden Druckprofil.
- 10 Fig. 2 die Verteilung des statischen Druckes in einer Schaufelteilung.
- Fig. 3 die erfindungsgemäße Anordnung der Kühlbohrungen stromauf einer Schaufel.

15

Wege zur Ausführung der Erfindung

- [0017]** In Figur 1 ist eine Plattform 10 mit einer auf der Plattform 10 angeordneten Schaufel 11 dargestellt. An den Seitenrändern der Plattform 10 sind in der Darstellung weitere Plattformen 10' angedeutet, die an die Plattform 10 angrenzen. Die Darstellung entspricht somit einer Anordnung von Plattformen, wie sie typischerweise am Umfang einer Turbomaschine zum Einsatz kommt. Je nachdem ob die Plattformen mit den Schaufeln relativ zum Gehäuse der Turbomaschine ruhend oder bewegt angeordnet sind, handelt es sich bei der Darstellung um einen Ausschnitt eines Stators oder eines Rotors. Die hier beschriebene Erfindung kommt bevorzugt im Heißgastteil einer Turbomaschine zur Anwendung, so daß die in Figur 1 dargestellte Anordnung einem Ausschnitt einer Turbine der Turbomaschine entspricht. Die Anströmung 20 der Schaufel 11 erfolgt in der Darstellung entsprechend der Pfeilrichtung aus der linken unteren Ecke der Figur. Das anströmende Fluid ist hier heißes Gas, das beispielsweise beim Durchgang durch eine vorangestellte Brennkammer auf eine über der Materialtemperatur der Bauteile liegende Temperatur aufgeheizt wurde. Aufgrund der Profildicke der Schaufel 11 kommt es zu einer Verdrängung des anströmenden Fluides. Hierbei bildet sich vor der Schaufel 11 ein Bereich aus, in dem die Geschwindigkeit des anströmenden Fluides vermindert ist. Am Staupunkt der Schaufel 11 ist die Geschwindigkeit sogar auf Null reduziert. Infolge der Geschwindigkeitsverminderung des anströmenden Fluides kommt es zu einem lokalen Anstieg des statischen Druckes bei einem gleichzeitig nahezu konstanten Totaldruck der Anströmung. Wie in Figur 1 dargestellt bildet sich somit in der Strömung 20 des heißen Fluides vor der Schaufel 11 ein Profil in der Verteilung des statischen Drucks 30 aus. Das Maximum 31 des statischen Drucks liegt entlang des Staupunktstromfadens 32. Weiterhin in der Darstellung eingetragen ist der mittlere statische Druck 33 des anströmenden Fluides vor der Schaufel 11. Befindet sich vor der Plattform ein Bauteilspalt 15, der mittels eines aus dem Bauteilspalt 15 ausgeblasenen Dichtfluides 25 abgedichtet werden soll, so kann es im Falle eines ungenü-

genden Druckes des ausgeblasenen Dichtfluides 25 zu einem Einströmen 21 von heißem Fluid in den Spalt kommen. Die Dichtwirkung des aus dem Spalt ausgeblasenen Dichtfluides 25 ist hierbei unmittelbar von den lokalen Druckverhältnissen abhängig. Zusätzlich zur Dichtwirkung dient das Dichtfluid gleichzeitig oftmals zur Kühlung der an den Strömungspfad angrenzenden Bauteile. Da in Turbomaschinen das Dichtfluid zumeist aus dem Verdichterbereich entnommen wird, um es beispielsweise der Turbine zuzuführen, liegt oftmals insbesondere im Turbineneintrittsbereich unmittelbar am Austritt der Brennkammer ein nur sehr geringer Druckunterschied des Dichtfluides gegenüber dem heißen Fluid vor. In einem solchen Fall kann die lokale Erhöhung des statischen Druckes des heißen Fluides infolge des Strömungsaufbaus vor der Schaufel dazu führen, daß der statische Druck des heißen Fluides lokal über dem Druck des Dichtfluides 25 zu liegen kommt, wodurch ein Einströmen des heißen Fluides in den Spalt verursacht wird. Neben einer unmittelbaren Erhöhung der Temperatur der an den Bauteilspalt angrenzenden Bauteile, die sich infolge des Wärmeübergangs des heißen Fluides auf die Seitenwände des Spaltes einstellt, tritt infolge dieser Wirbelströmung eine verstärkte Durchmischung der Grenzschichten oder Kühlfluidschichten auf der Plattformoberseite mit dem heißen Gas auf. Infolge dessen wird auch die Plattform stromab des Spaltes mit einer höheren Temperatur beaufschlagt.

[0018] Figur 2 zeigt den Verlauf des statischen Druckes 130 des heißen Fluides über eine Teilung einer betrachteten Schaufelreihe auf der Höhe der Vorderkante der Plattform. Der statische Druck weist in der hier gezeigten Darstellung einen näherungsweise sinusförmigen Verlauf auf mit einem Maximum 131 des statischen Druckes, der sich als Rückwirkung des Staupunktes der Strömung an der Schaufelvorderkante ausprägt. Darüber hinaus ist in der Darstellung der Druck 135 eines aus dem Bauteilspalt zur Abdichtung des Bauteilspaltes ausgeblasenen Fluides eingetragen. Aus dieser Auftragung ist ersichtlich, daß der statische Druck des heißen Fluides in dem Bereich um das Maximum 131 im Verlauf des statischen Druckes deutlich über dem Druck 135 des im Bauteilspalt anliegenden Fluides in dem Bauteilspalt zu liegen kommt. In diesem Bereich 134 besteht somit eine sehr große Gefahr, daß das heiße Fluid in den Bauteilspalt einströmt.

[0019] Um auch im Falle einer lokalen Erhöhung des Druckes des heißen Fluides eine zuverlässige und effiziente Kühlung der betroffenen Bauteile sicherzustellen, wurden in Figur 3 Kühlbohrungen 240 stromauf einer Schaufel 211 angeordnet. Diese Kühlbohrungen 240 sind hier jeweils mit einem runden Querschnitt ausgeführt, wobei alle Kühlbohrungen 240 eine gleich große Querschnittsfläche aufweisen. Ferner erfolgt die Anordnung der Kühlbohrungen 240 in der dargestellten Ausführung zueinander in einer Reihe. In einem Meridianschnitt sind die Kühlbohrungen in der Regel unter einem solchen Winkel geneigt, daß das Kühlfluid nahezu

wand-parallel bzw. parallel zur Strömung des heißen Fluides aus den Kühlbohrungen ausströmt.

Die in Figur 3 mit einem Pfeil gekennzeichnete Strömung 220 des heißen Fluides staut sich lokal vor der Schaufel 211 auf. Hierdurch kommt es zu einem Anstieg des statischen Druckes in einem Bereich um die Schaufelvorderkante 212 der Schaufel 211. Dieser Anstieg des statischen Druckes zeigt sich in den als Höhenlinien 236 eingezeichneten Isobaren der Strömung. Dieser lokale Anstieg des statischen Druckes in dem Bereich der Schaufelvorderkante 212 der Schaufel 211 führt zu einer Verminderung der Kühleffektivität eines zur Kühlung der Bauteile aufgebrachten Kühlfluidfilms im Falle einer herkömmlichen Anordnung der Kühlbohrungen 240. Als Ursache hierfür ist die bereits oben erwähnte Wirbelbildung als auch eine generell sich infolge des Druckgefälles ausbildende Ausweichströmung von dem höheren zu dem niedrigeren statischen Druck zu nennen. Diese Ausweichströmung bildet sich in gleichem Maße auch in dem Kühlfluidfilm aus. Oftmals tritt zusätzlich zu der in Figur 3 gezeigten Anordnung in einem geringen Abstand stromauf der Schaufel ein Bauteilspalt zwischen beispielsweise zwei in Strömungsrichtung aneinandergereihten Plattformen auf. Zur Abdichtung eines solchen Bauteilspaltes liegt oftmals in dem Bauteilspalt ein Fluid an, das häufig einen nur geringfügig höheren Druck als den mittleren statischen Druck der Strömung des heißen Fluides aufweist. Infolgedessen kann es aufgrund der lokalen Erhöhung des statischen Druckes des heißen Fluides lokal zu einem Einströmen von heißem Fluid in den Bauteilspalt kommen.

Bei einem kleineren Abstand der Kühlbohrungen 240 in dem Bereich höheren statischen Druckes steigt der in diesem Bereich der Plattform 210 ausgeblasene, auf die Plattformoberfläche bezogene Kühlfluidmassenstrom. Hieraus resultiert eine Aufdickung des als Trennschicht wirkenden Kühlfilms zwischen dem heißen Fluid und der Plattform 210. Somit ist auch im Falle verstärkter Wirbelbildung oder auch im Falle eines Bauteilspaltes eine zuverlässige Kühlung der Plattform 210 gewährleistet.

Bezugszeichenliste

45	[0020]		
	10, 10', 210	Bauteil, Plattform	
	11, 211	Schaufel	
	212	Schaufelvorderkante	
50	15	Bauteilspalt	
	20, 220	Strömung des heißen Fluids	
	21	in den Bauteilspalt eindringendes, heißes Fluid	
55	25	Dichtfluid	
	30, 130	Verlauf des statischen Drucks	
	31, 131	Maximum im Verlauf des statischen Drucks	

32	Staupunktstromfaden
33	mittlerer statischer Druck
134, 234	Bereich erhöhten statischen Druckes
135	Druck eines Fluides in dem stromauf gelegenen Bauteilspalt
236	Höhenlinien
240	Kühlbohrungen

Patentansprüche

1. Bauteil (210) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, wobei das Bauteil (210) von einer heißen Fluidströmung (220) überströmt wird, und die Fluidströmung in zumindest einem Bereich des Bauteils (210) einen veränderten statischen Druck aufweist, wobei stromauf des Bauteils (210) ein Bauteilspalt (15) angeordnet ist, ferner zum Zwecke der Zuführung eines Kühlfluides in dem Bauteil (210) Kühlbohrungen (240) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlbohrungen (240) gleiche Querschnitte aufweisen und in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet sind.

2. Bauteil nach Anspruch 1, bei dem die Kühlbohrungen (240) in einem Bereich erhöhten statischen Drucks (234) der Fluidströmung in kleineren Abständen zueinander angeordnet sind als im Bereich niedrigeren statischen Druckes der Fluidströmung.

3. Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Kühlbohrungen (240) zueinander in einer Reihe angeordnet sind.

4. Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Bauteil als Plattform (210) ausgeführt ist.

5. Bauteil nach Anspruch 4, bei dem stromab der Kühlbohrungen (240) auf der Plattform (210) oder auf einer weiteren, stromab angeordneten Plattform eine Schaufel (211) angeordnet ist.

6. Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Kühlbohrungen (240) mit runden oder elliptischen Querschnitten ausgeführt sind.

7. Verfahren zur Kühlung von Bauteilen (210) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, wobei stromab eines Bauteilspaltes (15) angeordnete Bauteile (210) von einer heißen Fluidströmung (220) überströmt werden, wobei die Fluidströmung (220) in zumindest einem Bereich einen erhöhten statischen Druck (234) aufweist, und ferner zur Kühlung zumindest eines der Bauteile (210) ein Kühlfluid zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Bereich erhöhten statischen Druckes (234) der Fluidströmung (220) ein größerer Mas-

senstrom des Kühlfluides zugeführt wird als in einem Bereich niedrigeren statischen Druckes der Fluidströmung (220).

5 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das Kühlfluid zur Ausbildung eines Kühlfluidfilms auf einer Bauteiloberseite des Bauteils (210) der Bauteiloberseite mittels mit gleichen Querschnitten ausgeführten und in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordneten Kühlbohrungen (240) zugeführt wird.

10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, bei dem der Kühlfluidfilm in dem Bereich erhöhten statischen Druckes (234) im Vergleich zu dem Bereich niedrigeren statischen Druckes der Fluidströmung intensiviert wird.

15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem das Kühlfluid der Bauteiloberseite mittels kleinerer Abstände der Kühlbohrungen in dem Bereich erhöhten statischen Druckes (234) im Vergleich zu dem Bereich niedrigeren statischen Druckes mit einem im Bereich erhöhten statischen Druckes (234) lokal größeren Massenstrom zugeführt wird.

20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem das Kühlfluid mittels zueinander in einer Reihe angeordneter Kühlbohrungen (240) auf die Bauteiloberseite des Bauteils (210) ausgeblasen wird.

35

40

45

50

55

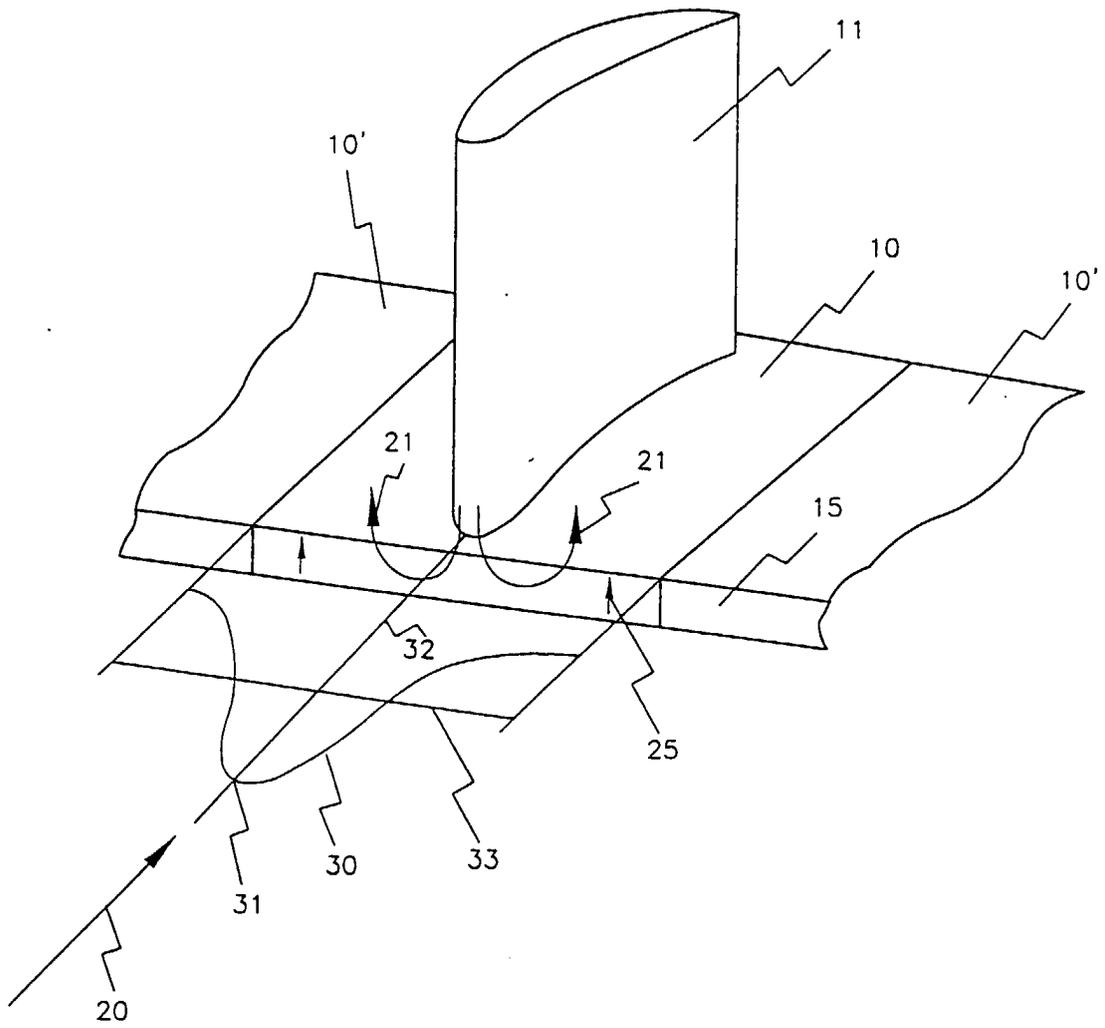


Fig. 1

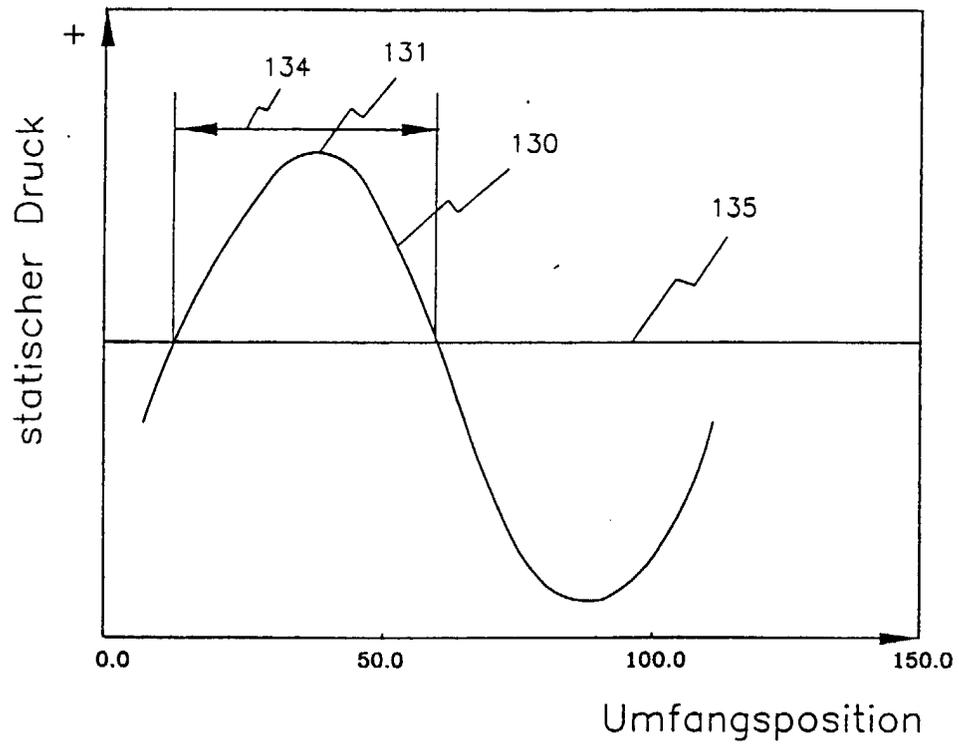


Fig. 2

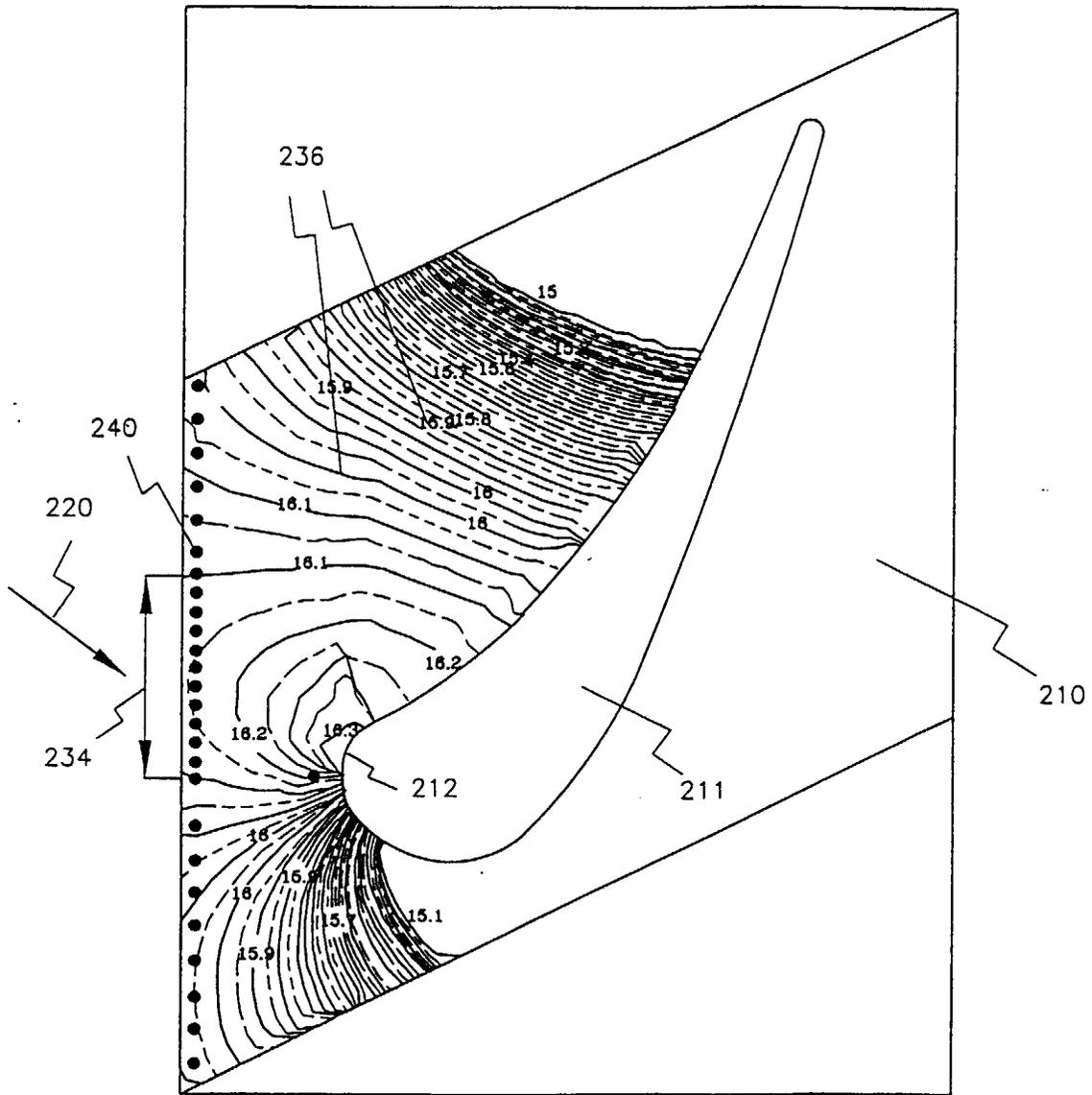


Fig. 3