



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
12.02.2003 Patentblatt 2003/07

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

(21) Anmeldenummer: 01119263.0

(22) Anmeldetag: 09.08.2001

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

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

(72) Erfinder: **Tiemann, Peter**  
58452 Witten (DE)

(54) **Kühlung einer Turbinenschaufel**

(57) Eine Turbinenschaufel (1) mit einem sich entlang einer Schaufelachse (4) erstreckenden, hauptsächlich in seiner Längsrichtung (L) von einem Kühlmedium (K) durchströmbaren Schaufelblatt (2) soll mit vergleichsweise einfachen Mitteln für eine zuverlässige und wirkungsvolle geschlossene Kühlung, insbesondere unter Verwendung von Kühlluft als Kühlmedium (K), ausgebildet sein. Dazu sind erfindungsgemäß im

Schaufelblatt (2) im wesentlichen über seine gesamte Länge (1) ein Anström- (6) und ein Abströmkanal (8) für Kühlmedium (K) geführt, und der Anström- (6) und der Abströmkanal (8) sind kühlmediumseitig derart miteinander verbunden, daß von dem Anström- (6) in den Abströmkanal (8) übertretendes Kühlmedium (K) in einer Querrichtung (Q) an einer zu kühlenden Innenwandung (16) des Schaufelblattes (2) entlang geführt ist.

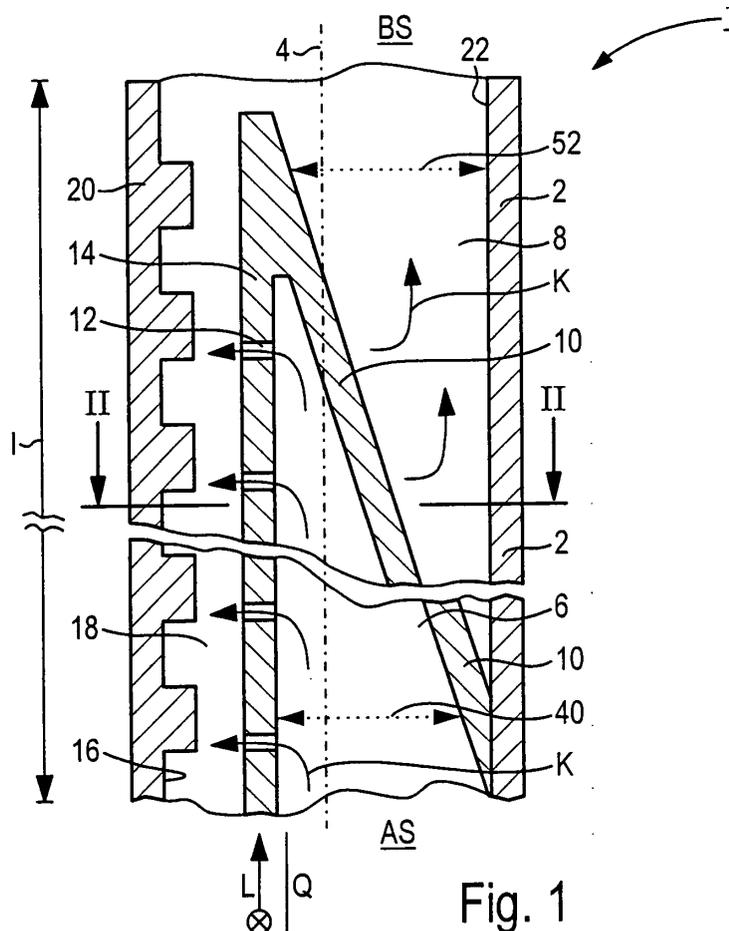


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbinenschaufel mit einem sich entlang einer Schaufelachse erstreckenden, hauptsächlich in seiner Längsrichtung von einem Kühlmedium durchströmbar Schaufelblatt.

**[0002]** Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle benutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Brennkammer verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Das in der Brennkammer durch die Verbrennung des Brennstoffs erzeugte, unter hohem Druck und unter hoher Temperatur stehende Arbeitsmedium wird dabei über eine der Brennkammer nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt.

**[0003]** Zur Erzeugung der Rotationsbewegung der Turbinenwelle sind dabei an dieser eine Anzahl von üblicherweise in Schaufelgruppen oder Schaufelreihen zusammengefaßten Laufschaufeln angeordnet, die über einen Impulsübertrag aus dem Strömungsmedium die Turbinenwelle antreiben. Zur Führung des Strömungsmediums in der Turbineneinheit sind zudem üblicherweise zwischen benachbarten Laufschaufelreihen mit dem Turbinengehäuse verbundene Leitschaufelreihen angeordnet. Die Turbinenschaufeln, insbesondere die Leitschaufeln, weisen dabei üblicherweise zur geeigneten Führung des Arbeitsmediums ein entlang einer Schaufelachse erstrecktes Schaufelblatt auf, an das endseitig zur Befestigung der Turbinenschaufel am jeweiligen Trägerkörper eine sich quer zur Schaufelachse erstreckende Plattform angeformt sein kann.

**[0004]** Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades läßt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Austrittstemperatur erreichen, mit dem das Arbeitsmedium aus der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1300 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

**[0005]** Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere von Lauf- und/oder Leitschaufeln der Turbineneinheit, vorgesehen. Die Turbinenschaufeln sind daher üblicherweise kühlbar ausgebildet, wobei insbesondere eine wirksame und zuverlässige Kühlung der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums gesehen ersten Schaufelreihen sichergestellt sein soll. Zur Kühlung weist die jeweilige Turbinenschaufel dabei üblicherwei-

se einen in das Schaufelblatt oder das Schaufelprofil integrierten Kühlmediumkanal auf, von dem aus ein Kühlmedium gezielt insbesondere den thermisch belasteten Zonen der Turbinenschaufel zuleitbar ist.

**[0006]** Als Kühlmedium kommt dabei üblicherweise Kühlluft zum Einsatz. Diese wird der jeweiligen Turbinenschaufel üblicherweise in der Art einer offenen Kühlung über einen integrierten Kühlmediumkanal zugeführt. Nach dem Austritt aus der Turbinenschaufel wird die Kühlluft dabei mit dem in der Turbineneinheit geführten Arbeitsmedium vermischt. Die Auslegungsleistung einer derartig gekühlten Gasturbine ist jedoch begrenzt, insbesondere da im Hinblick auf die begrenzte mechanische Belastbarkeit einzelner Komponenten der Gasturbine eine weitere Leistungssteigerung üblicherweise nur durch eine vermehrte Brennstoffzufuhr erreichbar ist. Diese bedingt ihrerseits einen vergleichsweise erhöhten Bedarf an Kühlmedium zur Kühlung der Turbinenschaufeln, der seinerseits Verluste im verfügbaren Verdichtermassenstrom bedeutet. Diese Verluste können wiederum nur in begrenztem Ausmaß hingenommen werden. Außerdem kann es in Gasturbinen auch im Hinblick auf eine erforderliche Sicherheit notwendig sein, eine Vermischung von aus der Turbinenschaufel abströmendem Kühlmedium und die Turbineneinheit durchströmendem Arbeitsmedium zu verhindern.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Turbinenschaufel der oben genannten Art anzugeben, für die mit vergleichsweise einfachen Mitteln eine zuverlässige und wirkungsvolle geschlossene Kühlung, insbesondere unter Verwendung von Kühlluft als Kühlmedium, ermöglicht ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem im Schaufelblatt im wesentlichen über seine gesamte Länge ein Anström- und ein Abströmkanal für Kühlmedium geführt sind und der Anström- und der Abströmkanal kühlmediumseitig derart miteinander verbunden sind, daß von dem Anström- in den Abströmkanal übertretendes Kühlmedium in einer Querrichtung an einer zu kühlenden Innenwandung des Schaufelblattes entlang geführt ist.

**[0009]** Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß eine wirkungsvolle Kühlung für eine Turbinenschaufel insbesondere mit einer flächigen Beaufschlagung der zu kühlenden Wandung des Schaufelblattes mit Kühlmedium zu erzielen ist. Es wurde erkannt, daß eine solche flächige Beaufschlagung einer gezielten Zuführung des Kühlmediums zu der Wandung und einer Führung des Kühlmediums an dieser entlang bedarf. Dieses ist erreichbar, indem jeweils ein separater Anström- und Abströmkanal für Kühlmedium vorgesehen ist. Ausgehend von dieser Zweiteilung des Kühlmediumkanals erfolgt die Beaufschlagung der zu kühlenden Wandung des Schaufelblattes in der Weise, daß das Kühlmedium im Verlauf seines Übertritts von dem Anström- in den Abströmkanal in einer Querrichtung geführt wird.

**[0010]** Die Führung des Kühlmediums hauptsächlich

in der Längsrichtung des Schaufelblattes ermöglicht die Einhaltung besonders kurzer und somit verlustverminderter Strömungswege für den Kühlmediumstrom. Diese hauptsächliche Strömungsrichtung wird nur in dem Bereich in eine Querrichtung geändert, in dem eine solche Änderung der gezielten und effektiven Kühlung dient. Unvermeidliche Strömungsverluste werden so auf niedrigem Niveau gehalten. Auch eine Beaufschlagung des Schaufelblattes mit einer vergleichsweise großen Menge an Kühlmedium ist nicht durch Einschränkungen im Strömungsweg behindert. Von besonderem Vorteil ist, daß eine große Kühlleistung in einem vergleichsweise geringen Abschnitt des Strömungsweges des Kühlmediums, nämlich im Verlauf seines in der Querrichtung zum Schaufelblatt angeordneten Wegabschnitts, beim Übertritt von dem Anström- in den Abströmkanal gezielt erbracht wird.

**[0011]** Der Anströmkanal kann an ausgewählten, thermisch besonders hoch belasteten Bereichen der Turbinenschaufel zugeordneten Stellen Austrittsöffnungen für Kühlmedium zum Übertritt in den Abströmkanal aufweisen. Von besonderem Vorteil ist es aber, wenn der Anströmkanal in etwa gleichmäßig über seine Länge verteilt der zu kühlenden Innenwandung des Schaufelblattes zugewandte Austrittsöffnungen für das Kühlmedium aufweist. Auf diese Weise ist besonders einfach eine flächige Kühlung des Schaufelblattes erzielbar. Die Kühlung kann dabei mittels einer sogenannten Prallkühlung erfolgen, wobei eine die Austrittsöffnungen aufweisende Wand des Anströmkanals als Prallkühlwand dient, mit der auf sie auftreffendes Kühlmedium in intensiven Kontakt tritt und anschließend über die Austrittsöffnungen zum Übertritt in den Abströmkanal abgeleitet werden kann.

**[0012]** Um ein gleichmäßiges Strömen des Kühlmediums zu gewährleisten und den in der Turbinenschaufel zur Verfügung stehenden Raum möglichst gezielt auszunutzen, nimmt der freie Querschnitt des Anströmkanals im Schaufelblatt in dessen Längsrichtung vorzugsweise ab. Somit wird dem Umstand Rechnung getragen, daß im Verlauf des Anströmkanals ein zunehmender Teil des Kühlmediums den Anströmkanal bereits verlassen hat und in den Abströmkanal übergetreten ist. Insbesondere bei einer über die Länge des Schaufelblattes gleichmäßigen, flächigen Beaufschlagung mit Kühlmedium ist es für eine einfache Bauausführung der Turbinenschaufel besonders vorteilhaft, wenn der freie Querschnitt des Anströmkanals im Schaufelblatt in dessen Längsrichtung linear abnimmt. In diesem Fall kann der Anströmkanal beispielsweise sehr einfach aus ebenen Blechplatten gebildet sein. Im Interesse eines gleichmäßigen, freien Volumenstroms von Kühlmedium durch die Turbinenschaufel hindurch nimmt der freie Querschnitt des Abströmkanals im Schaufelblatt in dessen Längsrichtung entsprechend der Abnahme des freien Querschnitts des Anströmkanals zu. In dem Umfang, in dem Kühlmedium den Anströmkanal verläßt, wird der freie Querschnitt des An-

strömkanals verkleinert und gleichzeitig in entsprechendem Maß der freie Querschnitt des Abströmkanals für abfließendes Kühlmedium vergrößert. Dadurch kann das im Verlauf des Abströmkanals zusätzlich in diesen übertretende Kühlmedium ohne Hindernis zügig abgeführt werden.

**[0013]** Ein sehr einfacher Aufbau von Anström- und/oder Abströmkanal beispielsweise aus ebenen Platten ergibt sich, wenn der Anströmkanal und/oder der Abströmkanal parallel zur Längsrichtung des Schaufelblattes und senkrecht zu der zu kühlenden Innenwandung des Schaufelblattes gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung einen dreieckigen Querschnitt aufweist.

**[0014]** Da üblicherweise nicht alle Wandungen des Schaufelblattes der Turbinenschaufel gleichen thermischen Belastungen ausgesetzt sind, kann es hinreichend sein, nur einen Anströmkanal zur Kühlung einer thermisch besonders stark beanspruchten Wandung in der Turbinenschaufel vorzusehen. Insbesondere jedoch wenn sowohl die Druck- als auch die Saugseite der Turbinenschaufel gekühlt werden muß, ist es von Vorteil, einen zweiten Anströmkanal für Kühlmedium zur Kühlung einer weiteren Innenwandung des Schaufelblattes vorzusehen, der bezogen auf die Schaufelachse symmetrisch zu dem ersten Anströmkanal angeordnet ist. Da dabei die zu kühlenden Innenwandungen gegenüberliegend angeordnet sind, münden der erste und der zweite Anströmkanal vorzugsweise in einen gemeinsamen Abströmkanal für Kühlmedium. Der Abströmkanal kann beispielsweise günstig in einem zentralen Bereich des Schaufelblattes verlaufen.

**[0015]** Das Entlangführen des Kühlmediums an der zu kühlenden Innenwandung des Schaufelblattes in dessen Querrichtung erfolgt noch zielgerichteter und die Kühlwirkung verstärkend, wenn gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung die oder - bei mehreren zu kühlenden Innenwandungen - jede zu kühlende Innenwandung des Schaufelblattes jeweils mit das Kühlmedium leitenden, quer zur Schaufelachse angeordneten Rippen versehen ist. Diese Rippen haben außerdem einen zusätzlichen Kühlrippeneffekt zur Folge und verbessern somit die Kühlung weiter.

**[0016]** Vorzugsweise ist der Anströmkanal an seinem einer Eintrittsfläche für Kühlmedium abgewandten Ende und/oder der Abströmkanal an seinem einer Austrittsfläche für Kühlmedium abgewandten Anfang verschlossen, wodurch ein einfacher Aufbau und eine störungsfreie An- und Abführung des Kühlmediums zu der und von der Turbinenschaufel ermöglicht wird.

**[0017]** Beispielsweise bei einer sich quer zu der Schaufelachse erstreckende Plattform - insbesondere zum Anschluß der Turbinenschaufeln an ein Turbinengehäuse - aufweisenden Turbinenschaufeln, bei denen aufgrund hoher thermischer Beanspruchung auch eine Kühlung der Plattform gewünscht ist, kann es jedoch günstig sein, von dem vorbeschriebenen Bauprinzip abzuweichen: Von Vorteil ist eine Turbinenschaufel, bei der an das Schaufelblatt an dessen Kühlmediumab-

strömseite eine sich quer zur Schaufelachse erstreckende Plattform angeformt ist, wenn die Plattform eine an den Anströmkanal angeschlossene, mit Kühlmedium beaufschlagbare Kühlkammer aufweist. Auf diese Weise wird der Anströmkanal, der Kühlmedium der zu kühlenden Innenwandung des Schaufelblattes zuführt, die Bauform der Turbinenschaufel erheblich vereinfachend gleichzeitig als Zuführkanal von Kühlmedium zu der Kühlkammer der Plattform verwendet. - Von ebensolchem Vorteil ist eine Turbinenschaufel, bei der an das Schaufelblatt an dessen Kühlmediumanströmseite eine sich quer zur Schaufelachse erstreckende Plattform angeformt ist, die eine an den Abströmkanal angeschlossene, mit Kühlmedium beaufschlagbare Kühlkammer aufweist. Dabei kann das zur Kühlung der Plattform herangezogene Kühlmedium unmittelbar aus dem Schaufelblatt abgeführt werden, ohne daß aufwendige Rückströmkanäle vorgesehen werden müßten oder daß die Gefahr der Vermischung mit Kühlmedium bestehen könnte, das zur Kühlung der Innenwandung des Schaufelblattes vorgesehen ist. Die wirkungsvolle Kühlung des Schaufelblattes ist somit nicht gefährdet.

**[0018]** Für einen besonders geringen Aufwand bei der Herstellung der Turbinenschaufel ist die oder jede Kühlkammer vorteilhafterweise in die jeweilige Plattform eingegossen und nach außen über ein Abdeckblech abgeschlossen. Somit kann die Kühlkammer direkt beim Gießen der Turbinenschaufel mithergestellt werden, so daß eine Nachbearbeitung des Gußkörpers nicht erforderlich ist. Zum zuverlässigen Abschluß der jeweiligen Kühlkammer nach außen ist dabei lediglich die Anbringung des jeweiligen Abdeckblechs erforderlich.

**[0019]** Eine besonders zuverlässige Kühlung der jeweiligen Strukturteile mit Kühlmedium ist mittels einer Prallkühlung erreichbar. Dazu ist die oder jede Kühlkammer vorteilhaft in einem Bodenbereich mit einem beabstandet zum Kammerboden angeordneten Prallkühlblech versehen. Das Prallkühlblech ist dabei im wesentlichen als gelochtes Blech ausgebildet, wobei auf das Prallkühlblech auftreffendes Kühlmedium mit diesem in besonders intensiven Kontakt tritt und anschließend über die Lochung abgeleitet werden kann. Für eine zuverlässige Kühlmediumableitung ist dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ein durch den Kammerboden und das Prallkühlblech begrenzter Abströmraum der Kühlkammer an den Abströmkanal angeschlossen. Entsprechend ist für eine zuverlässige Zuleitung von Kühlmedium zu der Kühlkammer gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung ein durch das Abdeckblech und das Prallkühlblech begrenzter Anströmraum der Kühlkammer an den Anströmkanal angeschlossen.

**[0020]** Die Turbinenschaufel ist vorzugsweise als Leitschaufel für eine Gasturbine, insbesondere für eine stationäre Gasturbine, ausgebildet.

**[0021]** Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch das Vorsehen eines

Anström- und eines Abströmkanals in der Turbinenschaufel das Kühlmedium beim Übertritt von dem Anström- in den Abströmkanal in einer Querrichtung innen an dem Schaufelblatt entlang geführt wird, wodurch eine flächige Beaufschlagung des Schaufelblattes ermöglicht ist und sich eine besonders effektive Kühlung ergibt. Die Turbinenschaufel ist dabei mit vergleichsweise geringem Aufwand herstellbar, wobei insbesondere von Bedeutung ist, daß An- und Abströmkanal als einfache Einsätze, die in dem Schaufelblatt montierbar sind, ausgebildet sein können. Zudem ist auf vergleichsweise einfache Weise eine Einbeziehung von Konzepten einer geschlossenen Kühlung mit Luft als Kühlmedium ermöglicht.

**[0022]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 eine Turbinenschaufel in einem Teil-Längsschnitt,

Figur 2 einen Querschnitt durch die Turbinenschaufel nach Figur 1,

Figur 3 eine andere Turbinenschaufel in teilgeschnittener perspektivischer Ansicht und

Figur 4 eine weitere Turbinenschaufel in einem Längsschnitt.

**[0023]** Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0024]** Die Turbinenschaufel 1 gemäß Figur 1 weist ein Schaufelblatt 2 auf, das sich entlang einer Schaufelachse 4 erstreckt. Das Schaufelblatt 2 ist dabei zur geeigneten Beeinflussung eines in einer zugeordneten Turbineneinheit strömenden Arbeitsmediums gewölbt und/oder gekrümmt.

**[0025]** Die Turbinenschaufel 1 ist als Leitschaufel für eine hier nicht weiter dargestellte Gasturbine und in der Art einer geschlossenen Kühlung als mit Kühlluft als Kühlmedium kühlbare Turbinenschaufel ausgebildet. Dazu ist das Schaufelblatt 2 hauptsächlich in seiner Längsrichtung L von Kühlmedium K durchströmbar, wobei das Kühlmedium K von einer Kühlmediumanströmseite AS her in das Schaufelblatt 2 eintritt und an einer Kühlmediumabströmseite BS aus diesem wieder hinaustritt.

**[0026]** In dem Schaufelblatt 2 sind im wesentlichen über dessen gesamte Länge 1 ein Anströmkanal 6, in den Kühlmedium K von der Kühlmediumanströmseite AS her eintreten kann, und ein Abströmkanal 8 für Kühlmedium K geführt. Über den Abströmkanal 8 kann das Kühlmedium das Schaufelblatt 2 an der Kühlmediumabströmseite BS wieder verlassen. Der Anströmkanal 6 wird einerseits durch eine ebene, geschlossene Wand 10, die diagonal in dem Schaufelblatt 2 verläuft, und andererseits durch eine ebene, Austrittsöffnungen 12 für Kühlmedium K aufweisende Wand 14 begrenzt; die ge-

schlossene Wand 10 und die Austrittsöffnungen 12 aufweisende Wand 14 können von Blechplatten gebildet werden. Die die Austrittsöffnungen 12, die in etwa gleichmäßig über die Länge 1 des Anströmkanals 6 verteilt sind, aufweisende Wand 14 ist parallel zu einer zu kühlenden Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 angeordnet, so daß zwischen dieser Innenwandung 16 und vorgenannter Wand 14 des Anströmkanals 6 ein Überströmkanal 18 ausgebildet ist.

**[0027]** In dem Überströmkanal 18 wird von dem Anströmkanal 6 in den Abströmkanal 8 übertretendes Kühlmedium K in einer Querrichtung Q des Schaufelblattes 2 an der zu kühlenden Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 entlang geführt. An dieser Innenwandung 16 sind in Querrichtung Q des Schaufelblattes 2 verlaufende Rippen 20 angeordnet, die die Strömungsrichtung des übertretenden Kühlmediums K mitbestimmen und außerdem zusätzlich als Kühlrippen für das Schaufelblatt 2 dienen.

**[0028]** Nachdem das Kühlmedium an der Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 diese kühlend entlang geströmt ist, tritt es in den Abströmkanal 8 ein. Der Abströmkanal 8 wird einerseits begrenzt von der ebenen, geschlossenen Wand 10, die diagonal in dem Schaufelblatt 2 verläuft und den Anströmkanal 6 von dem Abströmkanal 8 trennt, und andererseits von einer Innenwandung 22 des Schaufelblattes 2, die der zu kühlenden Innenwandung 16 gegenüberliegt.

**[0029]** Die Anordnung ist derart gewählt, daß der freie Querschnitt 40 des Anströmkanals 6 im Schaufelblatt 2 in dessen Längsrichtung L linear abnimmt. Gleichzeitig nimmt mit dem Maß dieser Abnahme der freie Querschnitt 52 des Abströmkanals 8 im Schaufelblatt 2 in dessen Längsrichtung L zu. Außerdem weisen sowohl der Anström- 6 als auch der Abströmkanal 8 parallel zur Längsrichtung L des Schaufelblattes 2 und senkrecht zu der zu kühlenden Innenwandung 16 einen dreieckigen Querschnitt auf.

**[0030]** Insbesondere das Überströmen des Kühlmediums K von dem Anströmkanal 6 in den Abströmkanal 8 verdeutlicht Figur 2, die einen Querschnitt entlang Linie II - II durch die Turbinenschaufel 1 nach Figur 1 darstellt. Neben der der zu kühlenden Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 zugewandten, die Austrittsöffnungen 12 aufweisenden Wand 14 und der dieser gegenüberliegenden, geschlossenen Wand 10 weist der Anströmkanal 6 zwei die letztgenannten Wände 10, 14 verbindende, weitere Wände 24, 26 auf, so daß der Anströmkanal 6 mit Ausnahme einer Eintrittsfläche und der Austrittsöffnungen 12 geschlossen ist. Dabei können auch die weiteren Wände 24, 26 jeweils von einer Blechplatte gebildet werden.

**[0031]** In Längsrichtung L des Schaufelblattes 2 in dem Anströmkanal 6 anströmendes Kühlmedium K verläßt diesen Kanal über die Austrittsöffnungen 12 und stößt daraufhin auf die Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2. Damit ergibt sich ein Prallkühleffekt, der dadurch weiter verstärkt wird, daß das Kühlmedium K - zu-

sätzlich geleitet durch Rippen 20 - an der Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 in dessen Querrichtung Q entlang geführt wird und dabei durch Überströmkanäle 18, 28, 30 in den Abströmkanal 8 gelangt; dabei fließt das Kühlmedium K um zumindest einen Teil des Anströmkanals 6 herum und gelangt dann in den Abströmkanal 8, durch den es wiederum in Längsrichtung des Schaufelblattes 2 abfließt. Aufgrund der an der Innenwandung 16 des Schaufelblattes 2 angeordneten Rippen 20 ergibt sich ein die Kühlwirkung verstärkender Kühlrippeneffekt.

**[0032]** Eine andere Turbinenschaufel 1 mit einem Schaufelblatt 2 zeigt in teilgeschnittener, perspektivischer Ansicht Figur 3. Das Schaufelblatt 2 weist hier einen ersten und einen zweiten Anströmkanal 6, 32 für Kühlmedium K auf, wobei die Anströmkanäle 6, 32 bezogen auf die Schaufelachse 4 symmetrisch zueinander angeordnet sind und das Schaufelblatt 2 in seiner Längsrichtung L über eine Länge 1 durchziehen. Kühlmedium K tritt an der Kühlmediumanströmseite AS des Schaufelblattes 2 in die Anströmkanäle 6, 32 ein, durchströmt das Schaufelblatt 2 in seiner Längsrichtung L in beiden Anströmkanälen 6, 32 und verläßt diese über Austrittsöffnungen 12, die in Figur 3 der Übersichtlichkeit halber nur in dem ersten Anströmkanal 6 dargestellt sind. Daraufhin fließt das Kühlmedium K in einer senkrecht zu der Längsrichtung L des Schaufelblattes 2 verlaufenden Querrichtung Q jeweils an einer zu kühlenden Innenwandung 16, 36 des Schaufelblattes 2 entlang. Diese Innenwandungen 16, 36 sind den Austrittsöffnungen 12 der Anströmkanäle 6, 32 gegenüberliegend angeordnet und mit - in Figur 3 der Übersichtlichkeit halber nur an der ersten zu kühlenden Innenwandung 16 gezeigten - Rippen 20 zur Führung des Kühlmediums K versehen. Das Entlangströmen an den zu kühlenden Innenwandungen 16, 36 erfolgt während eines Übertritts des Kühlmediums K von den Anströmkanälen 6, 32 in einen gemeinsamen Abströmkanal 8 für Kühlmedium K, der mittig zwischen den Anströmkanälen 6, 32 angeordnet ist. Über den Abströmkanal 8 wird das Kühlmedium K in Längsrichtung L des Schaufelblattes 2 dessen Kühlmediumabströmseite BS zugeführt.

**[0033]** An der Kühlmediumanströmseite AS des Schaufelblattes weisen die Anströmkanäle 6, 32 jeweils eine eine Eintrittsfläche 34, 38 bildenden freien Querschnitt gleicher Größe auf. Dieser freie Querschnitt der Anströmkanäle 6, 32 nimmt im Schaufelblatt 2 in dessen Längsrichtung L linear ab, so daß bei halber Länge 1/2 der freie Querschnitt 40, 42 jeweils ebenfalls halbiert ist, wenn die Anströmkanäle 6, 32 an ihrem der Eintrittsfläche 34, 38 für Kühlmedium K abgewandten Ende 44, 46 keinen freien Querschnitt aufweisen. Das bedeutet gleichzeitig, daß die Anströmkanäle an jeweils diesem Ende 44, 46 verschlossen sind.

**[0034]** Hingegen ist der Abströmkanal 8 an seinem einer von einem freien Querschnitt gebildeten Austrittsfläche 48 für Kühlmedium K abgewandten Anfang 50 verschlossen und weist dort keinen freien Querschnitt

auf. Der freie Querschnitt des Abströmkanals 8 im Schaufelblatt 2 nimmt in dessen Längsrichtung L entsprechend der Abnahme des freien Querschnitts des Anströmkanäle 6, 32 zu. Daher weist der freie Querschnitt 52 des Abströmkanals 8 bei halber Länge 1/2 des Schaufelblattes 2 eine Fläche auf, die der Summe der freien Querschnitte 40, 42 der Anströmkanäle 6, 32 an dieser Stelle entspricht. Damit ist ein freies Abströmen des Kühlmediums K gewährleistet.

**[0035]** Neben einer in Längsrichtung L verlaufenden Ausnehmung 54, in der die Anströmkanäle 6, 32 und der Abströmkanal 8 angeordnet sind, weist das Schaufelblatt 2 weitere in Längsrichtung L verlaufende Ausnehmungen 56, 58, 60 auf. Die letztgenannten Ausnehmungen 56, 58, 60, die in Figur 3 als Hohlräume gezeigt sind, können ebenfalls mit entsprechenden An- und Abströmkanälen für Kühlmedium versehen sein und zur Kühlung der Turbinenschaufel 1 herangezogen werden.

**[0036]** Eine weitere Turbinenschaufel 1, die insbesondere eine Leitschaufel für eine Gasturbine sein kann, mit einem zwei bezüglich einer Schaufelachse 4 symmetrisch angeordnete Anströmkanäle 6, 32 für Kühlmedium K aufweisenden Schaufelblatt 2 zeigt Figur 4 in einem Längsschnitt. An das Schaufelblatt 2 ist an einer Kühlmediumanströmseite AS eine sich quer zu der Schaufelachse 4 erstreckende erste Plattform 62 angeformt, die eine Kopfplatte bildet. An einer Kühlmediumabströmseite BS ist eine sich quer zu der Schaufelachse 4 erstreckende, eine Fußplatte bildende zweite Plattform 64 angeformt. Kühlmedium K tritt an der Kühlmediumanströmseite AS in die erste Plattform 62 und in einen von einem Abdeckblech 66 abgeschirmten zentralen, mit den Anströmkanälen 6, 32 verbundenen Bereich des Schaufelblattes 2 ein. Eine Kühlkammer 68 der ersten Plattform 62 ist dabei an den Abströmkanal 8 angeschlossen, so daß bereits zur Kühlung der ersten Plattform 62 herangezogenes Kühlmedium K durch den Abströmkanal 8 unmittelbar aus dem Schaufelblatt 2 herausgeführt werden kann.

**[0037]** Das den Anströmkanälen 6, 32 zugeführte Kühlmedium K verläßt diese Anströmkanäle 6, 32 entweder durch Austrittsöffnungen 12, 70 in zu kühlenden Innenwandungen 16, 36 des Schaufelblattes 2 zugewandten Wänden 14, 72 oder durch an der jeweiligen Eintrittsfläche für Kühlmedium K abgewandten Enden der Anströmkanäle 6, 32 vorgesehene Übergänge 74, 76 zu einer Kühlkammer 78 der zweiten Plattform 64. Das Kühlmedium K, das durch die Austrittsöffnungen 12, 70 hindurchtritt, wird in einer Querrichtung Q an den zu kühlenden, Rippen 20, 80 aufweisenden Innenwandungen 16, 36 des Schaufelblattes 2 entlang geführt, tritt dann in den Abströmkanal 8 ein und verläßt über diesen das Schaufelblatt 2 an dessen Kühlmediumabströmseite BS.

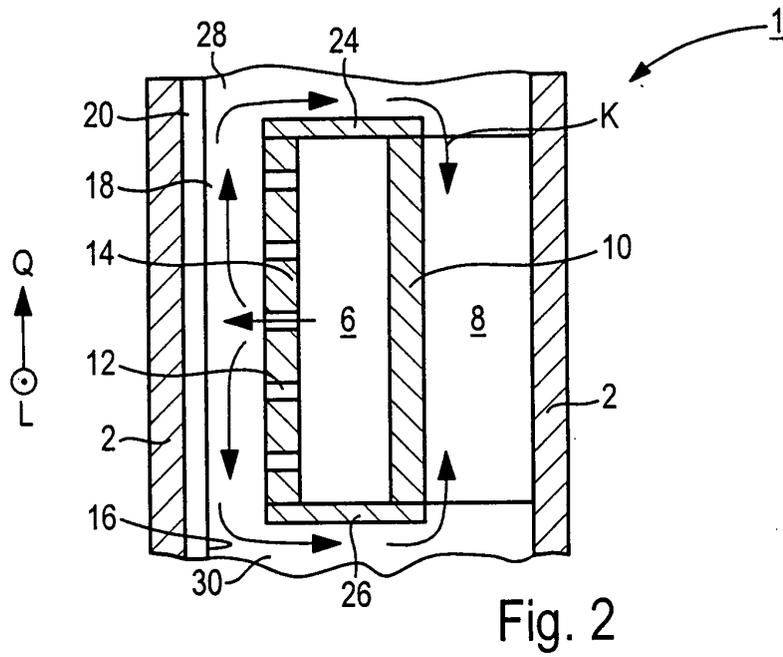
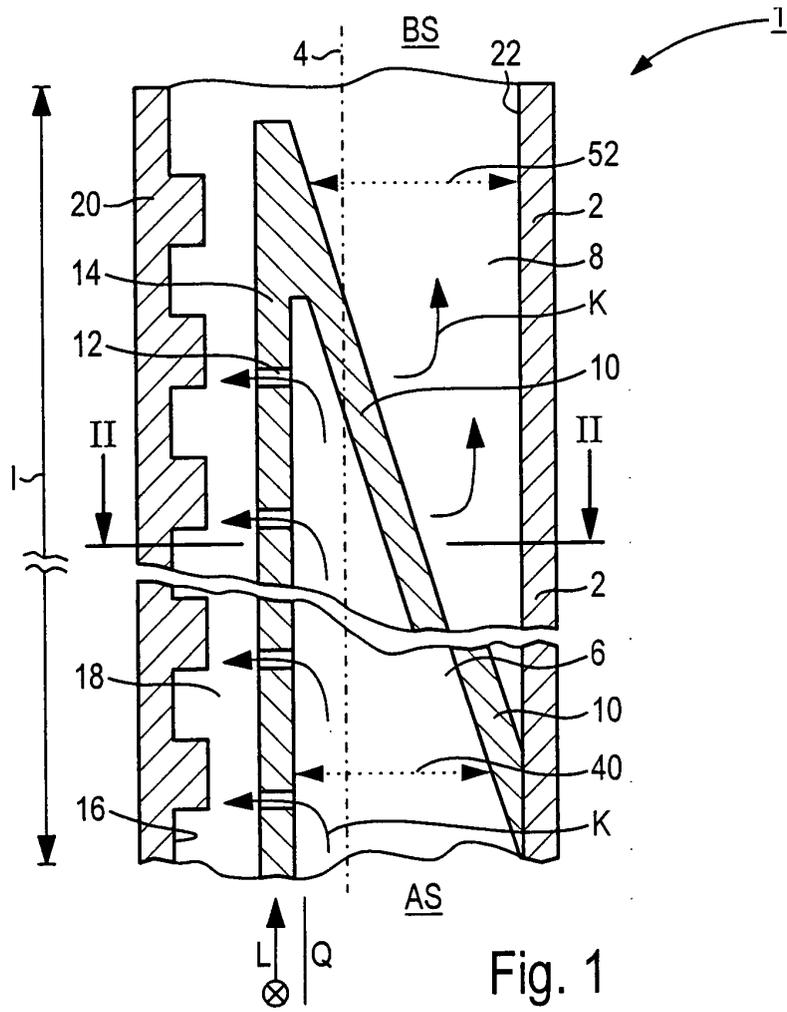
**[0038]** Die Kühlkammern 68, 78 der Plattformen 62, 64 sind in diese eingegossen und nach außen hin jeweils über ein Abdeckblech 82, 84 abgeschlossen. Außerdem sind die Kühlkammern 68, 78 jeweils in ihrem

Bodenbereich mit einem beabstandet zum Kammerboden 86, 88 angeordneten Prallkühlblech 90, 92 versehen. In der Kühlkammer 68 der ersten Plattform 62 ist ein Abströmraum 94 vorhanden, der durch den Kammerboden 86 und das Prallkühlblech 90 begrenzt wird und an den Abströmkanal 8 angeschlossen ist. Hingegen weist die Kühlkammer 78 der zweiten Plattform 64 einen Anströmraum 96 auf, der durch das Abdeckblech 84 und das Prallkühlblech 92 begrenzt wird und an die Anströmkanäle 6, 32 angeschlossen ist. Auf diese Weise kann der Anströmraum 96 von den Anströmkanälen 6, 32 bespeist werden, die durch Wände 10, 98 von dem Abströmkanal 8 getrennt sind.

## Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (1) mit einem sich entlang einer Schaufelachse (4) erstreckenden, hauptsächlich in seiner Längsrichtung (L) von einem Kühlmedium (K) durchströmbar Schaufelblatt (2), wobei im Schaufelblatt (2) im wesentlichen über seine gesamte Länge (1) ein Anström- (6) und ein Abströmkanal (8) für Kühlmedium (K) geführt sind und der Anström- (6) und der Abströmkanal (8) kühlmediumseitig derart miteinander verbunden sind, daß von dem Anström- (6) in den Abströmkanal (8) übertretendes Kühlmedium (K) in einer Querrichtung (Q) an einer zu kühlenden Innenwandung (16) des Schaufelblattes (2) entlang geführt ist.
2. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, bei der der Anströmkanal (6) in etwa gleichmäßig über seine Länge verteilt der zu kühlenden Innenwandung (16) des Schaufelblattes (2) zugewandte Austrittsöffnungen (12) für das Kühlmedium (K) aufweist.
3. Turbinenschaufel nach Anspruch 1 oder 2, bei der der freie Querschnitt (40) des Anströmkanals (6) im Schaufelblatt (2) in dessen Längsrichtung (L) abnimmt.
4. Turbinenschaufel nach Anspruch 3, bei der der freie Querschnitt (40) des Anströmkanals (6) im Schaufelblatt (2) in dessen Längsrichtung (L) linear abnimmt.
5. Turbinenschaufel nach Anspruch 3 oder 4, bei der der freie Querschnitt (52) des Abströmkanals (8) im Schaufelblatt (2) in dessen Längsrichtung (L) entsprechend der Abnahme des freien Querschnitts (40) des Anströmkanals (6) zunimmt.
6. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Anströmkanal (6) und/oder der Abströmkanal (8) parallel zur Längsrichtung (L) des Schaufelblattes (2) und senkrecht zu der zu kühlenden Innenwandung (16) des Schaufelblattes

- (2) einen dreieckigen Querschnitt aufweist.
7. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der bezogen auf die Schaufelachse (4) symmetrisch zu dem ersten Anströmkanal (6) ein zweiter Anströmkanal (32) für Kühlmedium (K) zur Kühlung einer weiteren Innenwandung (36) des Schaufelblattes (2) angeordnet ist.
8. Turbinenschaufel nach Anspruch 7, bei der der erste und der zweite Anströmkanal (6, 32) in einen gemeinsamen Abströmkanal (8) für Kühlmedium (K) münden.
9. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die oder jede zu kühlende Innenwandung (16, 36) des Schaufelblattes (2) jeweils mit das Kühlmedium (K) leitenden, quer zur Schaufelachse (4) angeordneten Rippen (20, 80) versehen ist.
10. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Anströmkanal (6, 32) an seinem einer Eintrittsfläche (34, 38) für Kühlmedium (K) abgewandten Ende (44, 46) und/oder der Abströmkanal (8) an seinem einer Austrittsfläche (48) für Kühlmedium (K) abgewandten Anfang (50) verschlossen ist.
11. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an das Schaufelblatt (2) an dessen Kühlmediumabströmseite (BS) eine sich quer zur Schaufelachse (4) erstreckende Plattform (64) angeformt ist, die eine an den Anströmkanal (6, 32) angeschlossene, mit Kühlmedium (K) beaufschlagbare Kühlkammer (78) aufweist.
12. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an das Schaufelblatt (2) an dessen Kühlmediumanströmseite (AS) eine sich quer zur Schaufelachse (4) erstreckende Plattform (62) angeformt ist, die eine an den Abströmkanal (8) angeschlossene, mit Kühlmedium (K) beaufschlagbare Kühlkammer (68) aufweist.
13. Turbinenschaufel nach Anspruch 11 oder 12, bei der die oder jede Kühlkammer (68, 78) in die jeweilige Plattform (62, 64) eingegossen und nach außen über ein Abdeckblech (82, 84) abgeschlossen ist.
14. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei der die oder jede Kühlkammer (68, 78) in einem Bodenbereich mit einem beabstandet zum Kammerboden (86, 88) angeordneten Prallkühlblech (90, 92) versehen ist.
15. Turbinenschaufel nach Anspruch 14, bei der ein durch den Kammerboden (86) und das Prallkühlblech (90) begrenzter Abströmraum (94) der Kühlkammer (68) an den Abströmkanal (8) angeschlossen ist.
16. Turbinenschaufel nach Anspruch 14, bei der ein durch das Abdeckblech (84) und das Prallkühlblech (92) begrenzter Anströmraum (96) der Kühlkammer (78) an den Anströmkanal (6, 32) angeschlossen ist.
17. Turbinenschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die als Leitschaufel für eine Gasturbine ausgebildet ist.



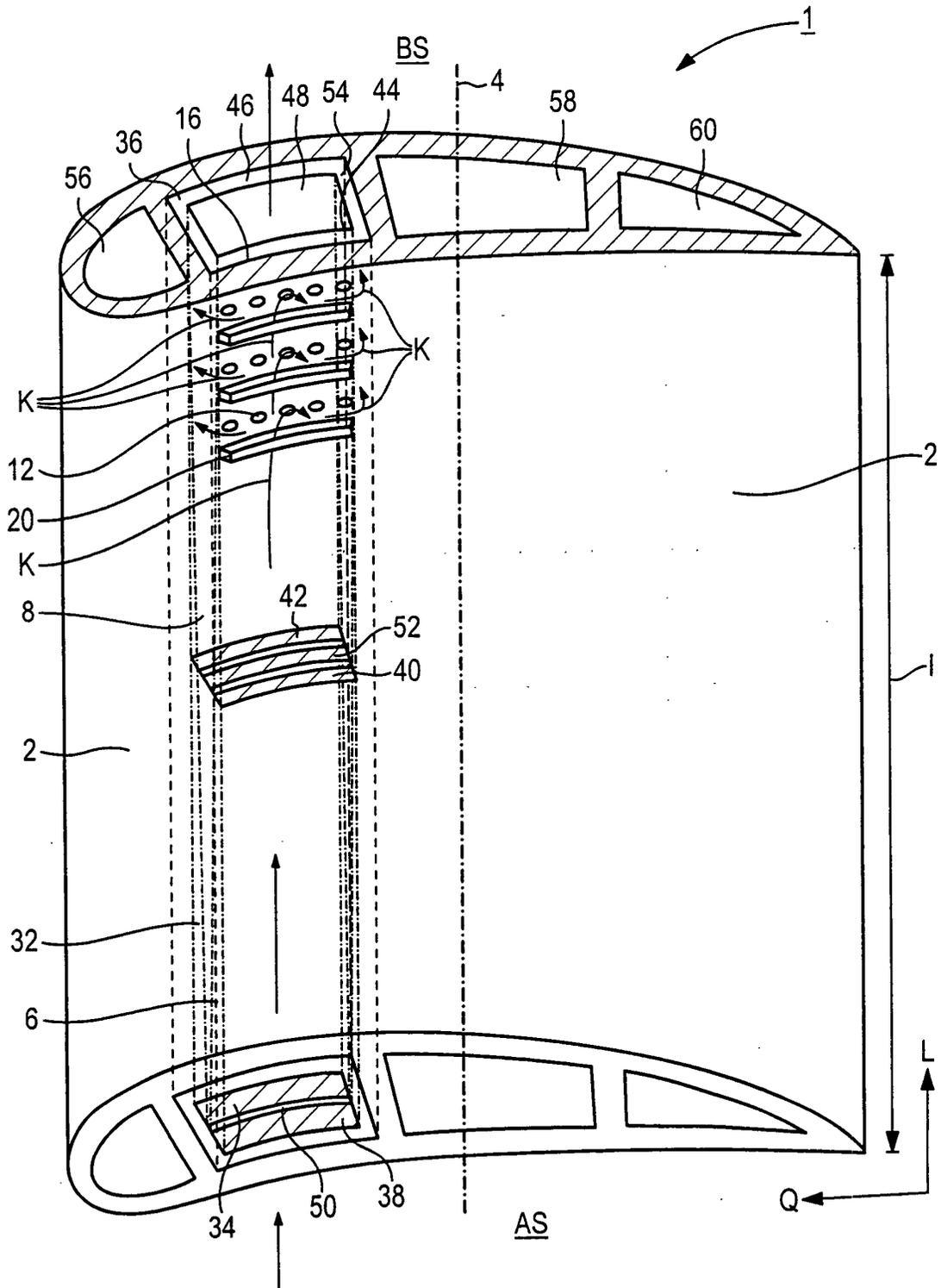


Fig. 3

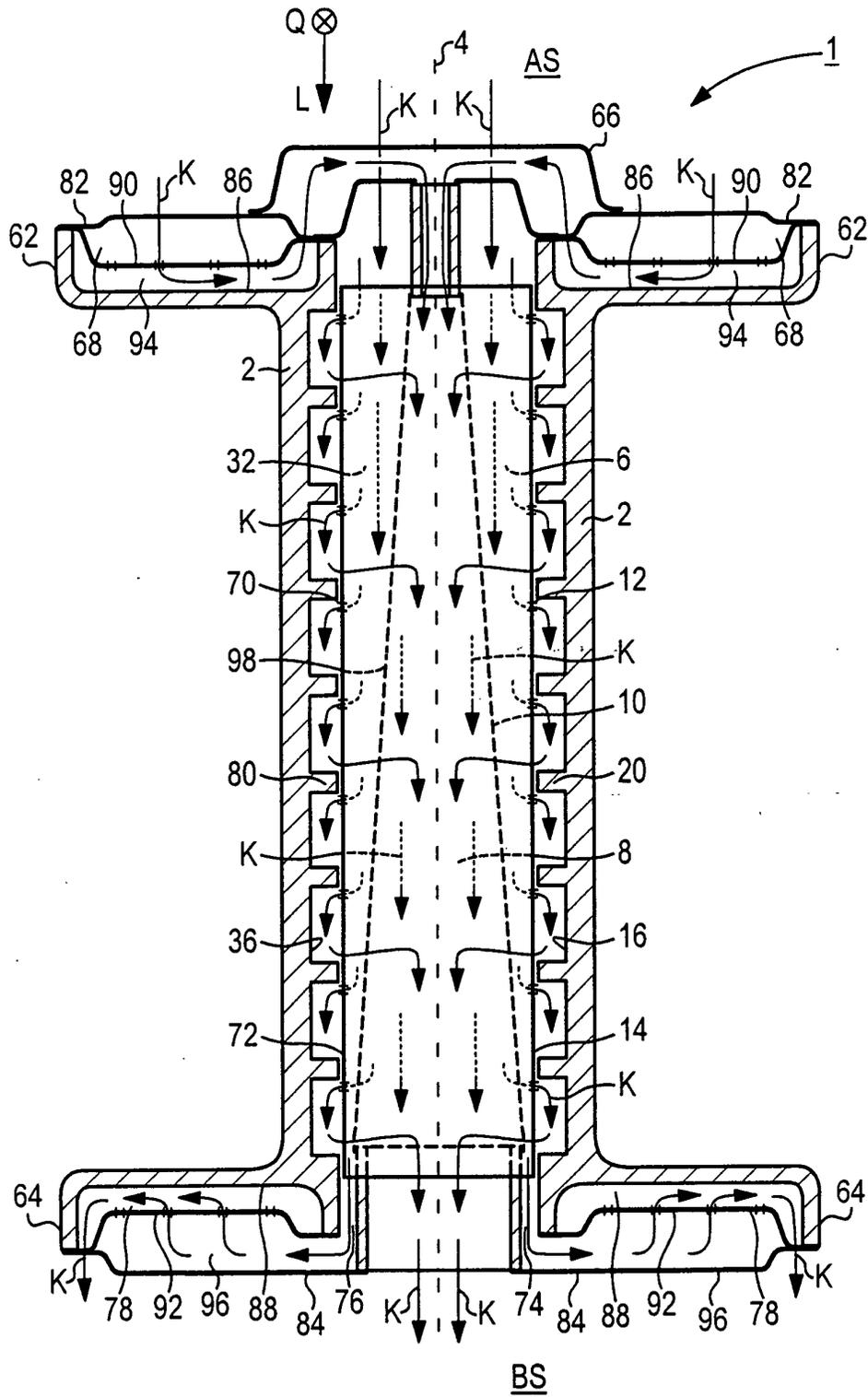


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 11 9263

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 16 01 553 A (GENERAL ELECTRIC) 17. Dezember 1970 (1970-12-17)	1-6, 10, 17	F01D5/18
Y	* Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-3 *	9, 11-17	
Y	EP 0 911 486 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 28. April 1999 (1999-04-28)	11-17	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 8-10 *	1, 7	
Y	US 5 772 398 A (NOIRET ISABELLE MARIE-AGNES ET AL) 30. Juni 1998 (1998-06-30)	9, 11-13	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 197 (M-239), 27. August 1983 (1983-08-27) & JP 58 096103 A (KOGYO GIJUTSUIN; OTHERS: OJ), 8. Juni 1983 (1983-06-08)	1, 7	
A	GB 1 467 483 A (ROLLS ROYCE) 16. März 1977 (1977-03-16)	1-4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 040 (M-454), 18. Februar 1986 (1986-02-18) & JP 60 192803 A (TOSHIBA KK), 1. Oktober 1985 (1985-10-01)		F01D
A	DE 19 16 588 A (GENERAL ELECTRIC) 5. November 1970 (1970-11-05)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. Dezember 2001</b>	Prüfer <b>Iverus, D</b>
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: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, 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 1503-03/02 (P04003)

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

EP 01 11 9263

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

13-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1601553 A	17-12-1970	DE 1601553 A1	17-12-1970
		GB 1197232 A	01-07-1970
		US 3540810 A	17-11-1970
EP 0911486 A	28-04-1999	JP 11132005 A	18-05-1999
		EP 0911486 A2	28-04-1999
		US 6089822 A	18-07-2000
US 5772398 A	30-06-1998	FR 2743391 A1	11-07-1997
		CA 2193165 A1	05-07-1997
		DE 69602513 D1	24-06-1999
		DE 69602513 T2	23-12-1999
		EP 0785339 A1	23-07-1997
		JP 9209707 A	12-08-1997
JP 58096103 A	08-06-1983	JP 1378790 C	28-05-1987
		JP 61048606 B	24-10-1986
GB 1467483 A	16-03-1977	FR 2333947 A1	01-07-1977
		IT 1031830 B	10-05-1979
JP 60192803 A	01-10-1985	JP 2023632 C	26-02-1996
		JP 7042842 B	15-05-1995
DE 1916588 A	05-11-1970	FR 2040889 A5	22-01-1971
		DE 1916588 A1	05-11-1970
		BE 731828 A	01-10-1969
		GB 1261765 A	26-01-1972
		US 3475107 A	28-10-1969

EPO FORM P/401

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