



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 198 45 147 B4** 2006.11.23

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 45 147.4**  
 (22) Anmeldetag: **01.10.1998**  
 (43) Offenlegungstag: **06.04.2000**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **23.11.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01D 5/18** (2006.01)  
**F02C 7/12** (2006.01)  
**F23R 3/00** (2006.01)  
**F01D 9/04** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Alstom, Paris, FR**

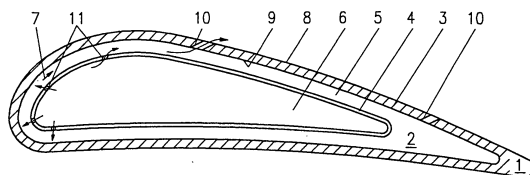
(74) Vertreter:  
**Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241 München**

(72) Erfinder:  
**Wilfert, Günter, Dr., 79790 Küssaberg, DE;**  
**Herrmann, Carsten, 89231 Neu-Ulm, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 40 41 026 C2**  
**DE 196 12 840 A1**  
**AT 2 37 973**  
**EP 09 90 772 A2**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Kühlung einer einseitig von Heißgas umgebenen Wand**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Kühlung einer einseitig von Heißgas umgebenen Wand, insbesondere des Hohlprofilkörpers einer Gasturbinenschaufel, bestehend aus der mit einer äusseren und einer inneren Oberfläche (8, 9) ausgestatteten Wand (3), einem im wesentlichen parallel zur Wand (3) angeordneten und gemeinsam mit letzterer einen Kühlhohlraum (5) bildenden Kühleinsatz (4) sowie einer Reihe oder mehreren, in Strömungsrichtung eines Kühlfluids (7) hintereinander angeordneten, Reihen von zwischen den beiden Oberflächen (8, 9) der Wand (3) ausgebildeten Ausnehmungen (10), wobei im Kühlhohlraum (5), stromauf jeder Ausnehmung (10), ein in letztere mündendes Umlenkelement (15) für das Kühlfluid (7) angeordnet und mittels Seitenwänden (16) gegenüber dem Kühlhohlraum (5) abgeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ausnehmung (10) eine Mittelachse (17) und jedes Umlenkelement (15) eine Umlenfläche (18) aufweist, wobei jede Umlenfläche (18) unmittelbar stromauf der zugehörigen Ausnehmung (10) zumindest annähernd parallel zur Mittelachse (17) dieser Ausnehmung (10) ausgerichtet ist.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kühlung einer einseitig von Heissgas umgebenen Wand, insbesondere des Hohlprofilkörpers einer Gasturbinenschaufel, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

**[0002]** Zur Steigerung der Leistung und des Wirkungsgrades werden bei den heutigen Gasturbinenanlagen immer höhere Turbineneintrittstemperaturen verwendet. Um die Turbinenschaufeln vor den erhöhten Heissgastemperaturen zu schützen, müssen diese intensiver als bisher gekühlt werden. Bei entsprechend hohen Turbineneintrittstemperaturen reicht daher eine rein konvektive Kühlung nicht mehr aus. Abhilfe schafft hier die Filmkühlung, bei der die Turbinenschaufeln durch Kühlfilme vor dem Heissgas geschützt werden. Dazu sind in den Schaufeln entsprechende Ausnehmungen in Form von Bohrungen oder Schlitzten eingebracht, durch welche die Kühlluft ausgeblasen wird.

## Stand der Technik

**[0003]** Eine solche Kombination von konvektiver Kühlung und Filmkühlung einer mit einem Kühleinsatz versehenen Turbinenschaufel ist bereits aus der EP-A2-258 754 bekannt. Die aus Öffnungen des Kühleinsatzes austretende Kühlluft prallt mit hoher konvektiver Kühleffektivität zunächst auf die innere Oberfläche des Schaufelmantels, und wird danach im Hohlraum zwischen Kühleinsatz sowie Schaufelmantel verteilt. Schliesslich tritt die Kühlluft über Bohrungen im Schaufelmantel auf dessen äussere Oberfläche aus, wobei letztere eine Filmkühlung erfährt.

**[0004]** Für einen optimalen Kühleffekt muss die ausgeblasene Kühlluft möglichst schnell umgelenkt werden und schützend an der Profilloberfläche entlangströmen. Um auch die zwischen den Bohrungen liegenden Gebiete zu schützen, ist zudem eine schnelle seitliche Ausbreitung der Kühlluft erforderlich. In den Mischungsbereichen des Heissgases mit den Kühlluftstrahlen entstehen verschiedenste Wirbel, welche eine entscheidende Bedeutung für die Schutzwirkung einer Kühlkonfiguration besitzen. Beispielsweise wird durch die Krümmung der Kühlluftstrahlen bei deren Austritt aus den Bohrungen ein sogenannter Nierenwirbel, d.h. ein aus einem rechts- und einem linksdrehenden Wirbel bestehendes Wirbelpaar, erzeugt. Dieser Nierenwirbel transportiert jedoch einen Teil des Heissgases zwischen den Bohrungen direkt auf die Profilloberfläche der Turbinenschaufel und damit unter die Kühlluftstrahlen, was sich als gravierender Nachteil erweist.

**[0005]** Es ist bereits bekannt, durch eine entsprechende Gestaltung (Konturierung) der Innengeometrie der Turbinenschaufel die Kühlluft so in die Bohrung umzulenken, dass dort ein Wirbelpaar, mit einem zum Nierenwirbel entgegengesetzten Drehsinn entsteht (G. Wilfert, Dissertationsschrift zum Thema "Experimentelle und numerische Untersuchungen der Mischungsvorgänge zwischen Kühlfilmen und Gitterströmung an einem hochbelasteten Turbinengitter", S.54, S.70–74 und **Abb. 7.2**, München 1994). Aufgrund eines solchen Innenwirbels dissipiert der Nierenwirbel sehr schnell und das Heissgas wird nicht seitlich unter den Kühlluftstrahl eingesaugt, sondern durch den Ausblasestrahler gekühlt zur Profilloberfläche geführt. Damit ist es möglich, die Kühleffektivität im Bohrungszwischenraum vorteilhaft und ohne vermehrte Zufuhr von Kühlluft zu steigern.

**[0006]** Ein gravierender Nachteil dieser Lösung ist jedoch die schwache Intensität des Innenwirbels, so dass sich dieser relativ schnell auflöst und nicht dauerhaft zur Verbesserung der Kühleffektivität genutzt werden kann. Gemäss der DE 196 12 840 A1 A1 wurde hierzu bereits eine Verbesserung bekannt. Dazu ist im Kühlohohlraum, stromauf der Kühlbohrung, eine Rippe angeordnet und der Kühleinsatz im Bereich der Kühlbohrungen in Richtung der zu kühlenden Wand verformt. Auf diese Weise kann die Einströmung des Kühlfluids in die Kühlbohrungen und damit die Kühleffektivität verbessert werden.

**[0007]** Die DE 4041026 C2 betrifft eine gekühlte Verkleidung für eine ein Heissgas befördernde Passage der Düsenanordnung eines Gasturbinenmotors. Die Verkleidung weist zwei miteinander verbundene Metallflachstücke (Platten) auf, wobei die erste Platte dem Heissgas und die zweite Platte einer Kühlgaszufuhr ausgesetzt ist. In beiden Platten sind miteinander kommunizierende Öffnungen für das Kühlgas angeordnet. Zwischen der Verkleidung und einer im wesentlichen parallel dazu angeordneten Auftreff-Verteilplatte ist eine Kühlkammer ausgebildet. Die zweite Platte liegt nur teilweise an der ersten Platte an, besitzt eine eingeformte Vertiefung und eine im wesentlichen ebene, zur ersten Platte im Winkel von vorzugsweise 10° bis 30° ausgebildete stromabseitige Wand, so dass im Raum zwischen den beiden Platten eine die Kühlluft in die Öffnung der ersten Platte leitende Kammer entsteht.

## Aufgabenstellung

## Darstellung der Erfindung

**[0008]** Die Erfindung versucht alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zu grunde, eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur Kühlung einer einseitig von Heissgas umgebenen Wand mit einer weiter verbesserten Kühlwirkung zu schaffen.

**[0009]** Bei einer solchen Vorrichtung ist im Kühlhohlraum, stromauf jeder Ausnehmung, ein in letztere mündendes Umlenkelement für das Kühlfluid angeordnet. Das Umlenkelement ist zudem mittels Seitenwänden gegenüber dem Kühlhohlraum abgeschlossen.

**[0010]** Mit dieser die konvektive Kühlung und die Filmkühlung kombinierenden Kühlkonfiguration wird die Einströmung des Kühlfluids in die Ausnehmungen und die Strömung innerhalb der Ausnehmungen deutlich verbessert, so dass es nach der Ausblasung des Kühlfluids in das Heissgas zu einer besseren Verteilung des Kühlfluids auf der zu kühlenden Oberfläche kommt. Dies führt insgesamt zu einem deutlichen Anstieg der Filmkühleffektivität. Dazu wird stromauf jeder Ausnehmung eine Teilströmung des Kühlfluids separiert. Lediglich diese Teilströmungen werden bereits vor Erreichen der zugehörigen Ausnehmungen in deren Richtung umgelenkt. Auf diese Weise kommt es zu einer gerichteten Einleitung des Kühlfluids in die Ausnehmungen, so dass in jeder der Ausnehmungen ein starkes Wirbelpaar mit einem entgegengesetzt zum Nierenwirbel ausgerichteten Drehsinn entsteht. Dieser sogenannte Innenwirbel mischt sich bis zu seinem Austritt aus der Ausnehmung nicht aus und sorgt somit für eine schnelle Auflösung des Nierenwirbels. Dadurch wird das Heissgas nicht mehr seitlich unter den Kühlluftstrahl eingesaugt, sondern durch diesen gekühlt zur Oberfläche der Wand geführt. Auf diese Weise kann eine entscheidende Verbesserung der Filmkühlung erzielt werden.

**[0011]** Demgegenüber kann das nicht von den Umlenkelementen erfasste Kühlfluid relativ ungestört zwischen den benachbarten Umlenkelementen hindurchströmen. Dabei wirken die einzelnen Umlenkelemente als Kühlrippen, wodurch auch die konvektive Kühlung der Wand im Bereich zwischen den Ausnehmungen verbessert wird. Schlussfolgernd daraus wird nicht nur die Filmkühlung, sondern die gesamte Kühlung der Wand erheblich verbessert. Dadurch kann Kühlluft eingespart und anderweitig verwendet werden.

**[0012]** Eine derart gekühlte Wand kann nicht nur als Hohlprofilkörper einer Gasturbinenschaufel ausgebildet, sondern vorteilhaft auch als Brennkammerwand oder auch als Wärmestausegment einer Gasturbine verwendet werden.

**[0013]** Erfindungsgemäss weist jede Ausnehmung eine Mittelachse und jedes Umlenkelement eine Umlenkfläche auf, wobei jede Umlenkfläche unmittelbar stromauf der zugehörigen Ausnehmung zumindest annähernd parallel zur Mittelachse dieser Ausnehmung ausgerichtet ist. Damit kann die Entstehung von Rezirkulationsgebieten in den Ausnehmungen verhindert werden, was zu einer Reduzierung der

Strömungsverluste führt.

**[0014]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Umlenkfläche gekrümmt ausgebildet ist und einen zumindest annähernd stetigen Krümmungsradius aufweist. Mit einer solchen Kühlkonfiguration können die Verluste bei der Einströmung des Kühlfluids in die Ausnehmung weiter verringert werden.

**[0015]** Indem die einer Reihe von Ausnehmungen zugeordneten Umlenkelemente über einen wandseitigen Steg zu einem Umlenkeinsatz verbunden sind, können der Montageaufwand und damit die Herstellungskosten einer solchen Kühlvorrichtung verringert werden.

**[0016]** Werden die Umlenkelemente mit der Wand verbunden und liegen zudem am Kühleinsatz an, dienen sie vorteilhaft auch als Abstandhalter zwischen der zu kühlenden Wand und dem Kühleinsatz.

#### Ausführungsbeispiel

##### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0017]** In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Gasturbinenleitschaufel dargestellt.

**[0018]** Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) einen Profilquerschnitt einer Gasturbinenleitschaufel des Standes der Technik;

**[0020]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung des auf der äusseren Oberfläche des Aussenmantels ausgebildeten Nierenwirbels, in Hauptströmungsrichtung gesehen;

**[0021]** [Fig. 3](#) einen vergrösserten Ausschnitt der erfindungsgemäss ausgebildeten Gasturbinenleitschaufel, im Bereich einer der Ausnehmungen der Schaufelwand;

**[0022]** [Fig. 4](#) einen Schnitt IV-IV durch den Kühlhohlraum, mit einer Vorderansicht zweier nebeneinander angeordneter Umlenkelemente, gemäss [Fig. 3](#);

**[0023]** [Fig. 5](#) einen Schnitt V-V durch die Ausnehmung der Leitschaufel, im Bereich der Umlenkelemente, entsprechend [Fig. 3](#);

**[0024]** [Fig. 6](#) einen Schnitt VI-VI durch die Ausnehmung der Leitschaufel, entsprechend [Fig. 3](#);

**[0025]** [Fig. 7](#) eine Darstellung gemäss [Fig. 5](#), jedoch in einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0026]** Es sind nur die für das Verständnis der Erfin-

derung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt ist die gesamte Gasturbinenanlage mit dem Verdichter und der Gasturbine. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

#### Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0027]** Die Leitschaufel **1** einer Gasturbine besteht aus einem Hohlprofilkörper **2**, der eine als Aussenmantel ausgebildete Wand **3**, einen im Abstand dazu angeordneten Kühleinsatz **4** und einen zwischen beiden ausgebildeten Kühlhohlraum **5** aufweist. Im Inneren des Kühleinsatzes **4** ist ein Schaufelhohlraum **6** ausgebildet, welcher auf herkömmliche Weise mit dem nicht dargestellten Verdichter der Gasturbinenanlage verbunden ist und von diesem mit als Kühlfluid **7** dienender Kühlluft beaufschlagt wird. Der Aussenmantel **3** besitzt eine äussere und eine innere Oberfläche **8**, **9**, zwischen denen mehrere Reihen von als Kühlbohrungen ausgebildete Ausnehmungen **10** angeordnet sind. Der Schaufelhohlraum **6** ist über mehrere im Kühleinsatz **4** angeordnete Öffnungen **11** mit dem Kühlhohlraum **5** verbunden ([Fig. 1](#)). Natürlich kann die Leitschaufel **1** auch nur eine einzige Reihe von Kühlbohrungen **10** besitzen.

**[0028]** Während des Betriebs der Gasturbinenanlage strömt Heissgas **12** aus der nicht dargestellten Brennkammer über die Leitschaufeln **1** und die ebenfalls nicht gezeigten Laufschaufeln der Gasturbine. Daher müssen diese ständig gekühlt werden. Die Kühlung der Leitschaufeln **1** erfolgt mittels der vom Verdichter herangeführten Kühlluft **7**, wobei diese über die Öffnungen **11** des Kühleinsatzes **4** in den Kühlhohlraum **5** eindringt und zunächst die innere Oberfläche **9** des Aussenmantels **3** konvektiv kühlt. Anschliessend wird die Kühlluft **7** durch die Kühlbohrungen **10** in einer Vielzahl von Kühlluftstrahlen auf der äusseren Oberfläche **8** des Aussenmantels **3** ausgeblasen. Die Krümmung dieser Kühlluftstrahlen bei ihrem Austritt in die Hauptströmung des Heissgases **12** erfolgt in einem Austrittswinkel **13** von etwa 30°. Dabei werden im Mischungsbereich Sekundärströmungen erzeugt, die ein Wirbelpaar **14** mit einem rechts- und einem linksdrehenden Wirbel bilden. Dieser sogenannte Nierenwirbel **14** transportiert das Heissgas **12** direkt auf die äussere Oberfläche **8** der Leitschaufel **1** ([Fig. 2](#)). Um Schäden an der Leitschaufel **1** zu verhindern, muss jedoch ihr direkter Kontakt mit dem Heissgas **12** vermieden werden.

**[0029]** In [Fig. 3](#) ist ein vergrösserter Ausschnitt einer erfindungsgemäss ausgebildeten Leitschaufel **1** dargestellt. Bei dieser Leitschaufel **1** ist im Kühlhohlraum **5**, stromauf jeder Reihe von Kühlbohrungen **10**, ein in letztere mündendes Umlenkelement **15** für das Kühlfluid **7** angeordnet und mittels Seitenwänden **16** gegenüber dem Kühlhohlraum **5** abgeschlossen ([Fig. 4](#), [Fig. 5](#)). Jede Kühlbohrung **10** weist eine Mittelachse **17** und jedes Umlenkelement **15** eine Um-

lenfläche **18** auf. Dabei ist jede Umlenfläche **18** unmittelbar stromauf der zugehörigen Kühlbohrung **10** annähernd parallel zur Mittelachse **17** dieser Kühlbohrung **10** ausgerichtet. Die Umlenfläche **18** ist gekrümmt ausgebildet und besitzt einen annähernd stetigen Krümmungsradius  $r$ . Letzterer, bei dem es sich um den Übergangsradius vom Kühleinsatz **4** zur Kühlbohrung **10** handelt, entspricht bei einer im Winkel von 30° ausgebildeten Kühlbohrung **10** etwa dem 15fachen Durchmesser  $d$  der zugehörigen Kühlbohrung **10** ([Fig. 3](#)). Bei grösseren Abständen des Kühleinsatzes **4** von der Wand **3** werden die Übergangsradien grösser, bei grösseren Austrittswinkeln **13** jedoch kleiner. Die einer Reihe von Kühlbohrungen **10** zugeordneten Umlenkelemente **15** sind über einen wandseitigen Steg **19** zu einem Umlenkeinsatz **20** verbunden ([Fig. 4](#), [Fig. 5](#), [Fig. 7](#)).

**[0030]** Aufgrund dieser Kühlkonfiguration wird stromauf jeder Kühlbohrung **10** eine Teilströmung **21** der Kühlluft **7** separiert, wobei lediglich diese Teilströmungen **21** im Kühlhohlraum **5** in Richtung der zugehörigen Kühlbohrungen **10** umgelenkt und letztlich in diese eingeführt werden ([Fig. 3](#)). Besonders wichtig ist dabei die durch die Seitenwände **16** der Umlenkelemente **15** erfolgende Abschirmung dieser Teilströmungen **21** von einer zwischen den benachbarten Umlenkelementen **15** hindurchströmenden Hauptströmung **22** der Kühlluft **7**. Infolge dieser relativ ungestörten und gerichteten Einleitung der Kühlluft **7** in die Kühlbohrungen **10** können die dort andernfalls unweigerlich entstehenden Rezirkulationsgebiete vermieden werden. Dadurch kann sich im Inneren der Kühlbohrungen **10** jeweils ein entgegengesetzt zu den Nierenwirbeln **14** ausgerichtetes Wirbelpaar **23** ausbilden ([Fig. 6](#)). Diese sogenannten Innenwirbel **23** sind deutlich stabiler, als das bisher möglich war. Sie mischen sich daher im Inneren der Kühlbohrungen **10** nicht aus und bleiben somit auch beim Austritt aus den Kühlbohrungen **10** erhalten. Dort sorgen sie schliesslich für eine schnelle Auflösung der unerwünschten Nierenwirbel **14**. Dadurch wird das Heissgas **12** gekühlt zur äusseren Oberfläche **8** des Aussenmantels **3** der Leitschaufel **1** geführt, was eine entscheidende Verbesserung der Filmkühlung zur Folge hat.

**[0031]** Wie in den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) gezeigt, sind die Umlenkelemente **15** massiv gefertigt, mit der Wand **3** verbunden und liegen zudem am Kühleinsatz **4** an. Jedes Umlenkelement **15** bildet somit gleichzeitig einen Abstandhalter zwischen dem Kühleinsatz **4** und der zu kühlenden Wand **3**.

**[0032]** In [Fig. 7](#) ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem aus einem tiefgezogenen Blech gefertigten Umlenkelement **15** bzw. einem entsprechenden

**[0033]** Umlenkeinsatz **20** dargestellt. Die Funktion

dieser Lösung ist im wesentlichen analog dem ersten Ausführungsbeispiel.

**[0034]** Eine solche Kühlkonfiguration ist natürlich nicht auf die Leitschaufeln **1** von Gasturbinen beschränkt. Sie kann ebenso bei Laufschaufeln, Brennkammerwänden, Wärmestausegmenten von Gasturbinen oder bei anderen, einseitig von Heissgas **12** umgebenen Wänden **3** eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Leitschaufel
<b>2</b>	Hohlprofilkörper
<b>3</b>	Wand, Aussenmantel
<b>4</b>	Kühleinsatz
<b>5</b>	Kühlhohlraum
<b>6</b>	Schaufelhohlraum
<b>7</b>	Kühlfluid, Kühlluft
<b>8</b>	Oberfläche, äussere
<b>9</b>	Oberfläche, innere
<b>10</b>	Ausnehmung, Kühlbohrung
<b>11</b>	Öffnung
<b>12</b>	Heissgas
<b>13</b>	Austrittswinkel, von <b>10</b>
<b>14</b>	Wirbelpaar, Nierenwirbel
<b>15</b>	Umlenkelement
<b>16</b>	Seitenwand
<b>17</b>	Mittelachse
<b>18</b>	Umlenkfläche
<b>19</b>	Steg
<b>20</b>	Umlenkeinsatz
<b>21</b>	Teilströmung, von <b>7</b>
<b>22</b>	Hauptströmung, von <b>7</b>
<b>23</b>	Wirbelpaar, Innenwirbel
<b>d</b>	Durchmesser, von <b>10</b>
<b>r</b>	Krümmungsradius, von <b>18</b>

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung einer einseitig von Heissgas umgebenen Wand, insbesondere des Hohlprofilkörpers einer Gasturbinenschaufel, bestehend aus der mit einer äusseren und einer inneren Oberfläche (**8, 9**) ausgestatteten Wand (**3**), einem im wesentlichen parallel zur Wand (**3**) angeordneten und gemeinsam mit letzterer einen Kühlhohlraum (**5**) bildenden Kühleinsatz (**4**) sowie einer Reihe oder mehreren, in Strömungsrichtung eines Kühlfluids (**7**) hintereinander angeordneten, Reihen von zwischen den beiden Oberflächen (**8, 9**) der Wand (**3**) ausgebildeten Ausnehmungen (**10**), wobei im Kühlhohlraum (**5**), stromauf jeder Ausnehmung (**10**), ein in letztere mündendes Umlenkelement (**15**) für das Kühlfluid (**7**) angeordnet und mittels Seitenwänden (**16**) gegenüber dem Kühlhohlraum (**5**) abgeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Ausnehmung (**10**) eine Mittelachse (**17**) und jedes Umlenkelement (**15**) eine Umlenkfläche (**18**) aufweist, wobei jede Umlenkfläche (**18**) unmittelbar stromauf der zugehö-

rigen Ausnehmung (**10**) zumindest annähernd parallel zur Mittelachse (**17**) dieser Ausnehmung (**10**) ausgerichtet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkfläche (**18**) gekrümmt ausgebildet ist und einen zumindest annähernd stetigen Krümmungsradius (**r**) aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einer Reihe von Ausnehmungen (**10**) zugeordneten Umlenkelemente (**15**) über einen wandseitigen Steg (**19**) zu einem Umlenkeinsatz (**20**) verbunden sind.

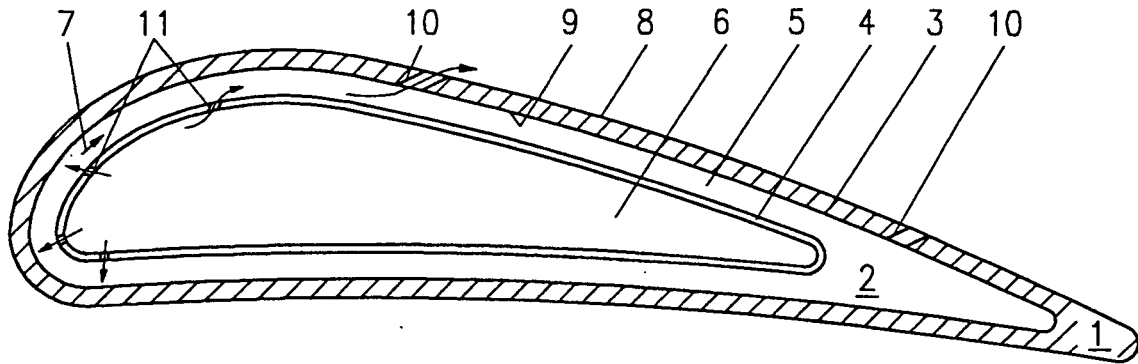
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkelemente (**15**) mit der Wand (**3**) verbunden sind und zudem am Kühleinsatz (**4**) anliegen.

5. Verfahren zur Kühlung einer einseitig von Heissgas umgebenen Wand, insbesondere des Hohlprofilkörpers einer Gasturbinenschaufel, mit den Verfahrensschritten:

- Einführen eines Kühlfluids (**7**) in einen Kühlhohlraum (**5**) zwischen der zu kühlenden Wand (**3**) und einem Kühleinsatz (**4**),
- anschliessendes Ausblasen des Kühlfluids (**7**) über zumindest eine Reihe von Ausnehmungen (**10**) der Wand (**3**),
- Umlenken des Kühlfluids (**7**) in Richtung der Ausnehmungen (**10**) bereits vor Erreichen der Ausnehmungen (**10**),
- Separieren einer Teilströmung (**21**) des Kühlfluids (**7**) stromauf jeder Ausnehmung (**10**),
- Umlenken lediglich der separierten Teilströmungen (**21**) in Richtung der zugehörigen Ausnehmungen (**10**), dadurch gekennzeichnet, dass
- die separierten Teilströmungen (**21**) zumindest annähernd parallel zu einer Mittelachse (**17**) der Ausnehmungen (**10**) umgelenkt werden.

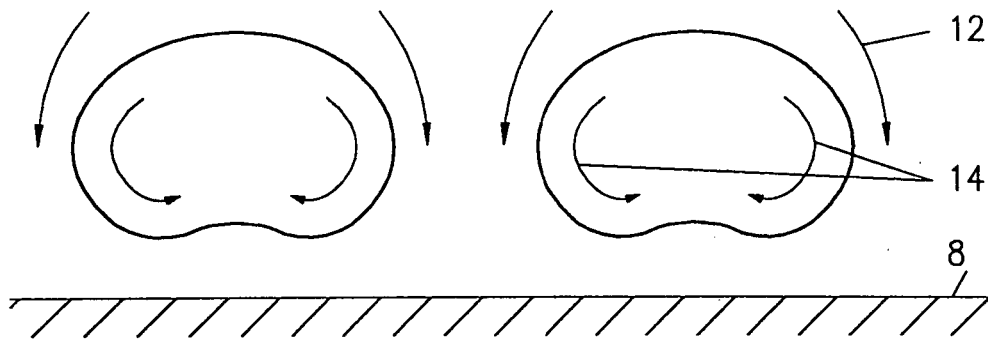
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Stand der Technik

FIG. 1



Stand der Technik

FIG. 2

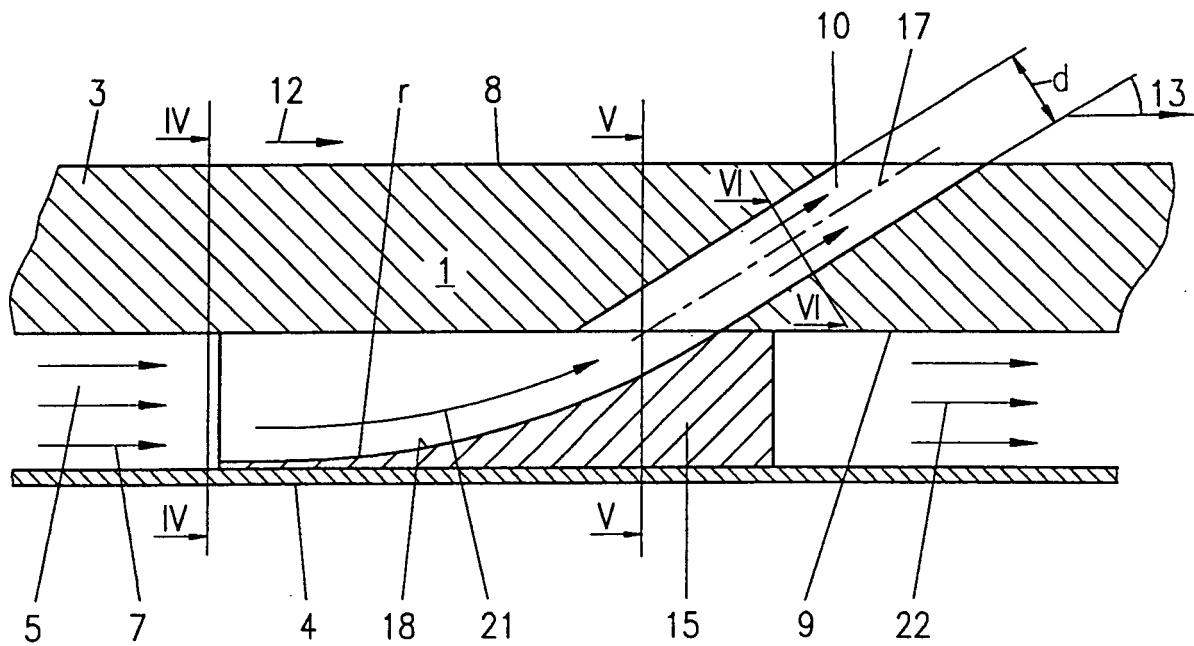


FIG. 3

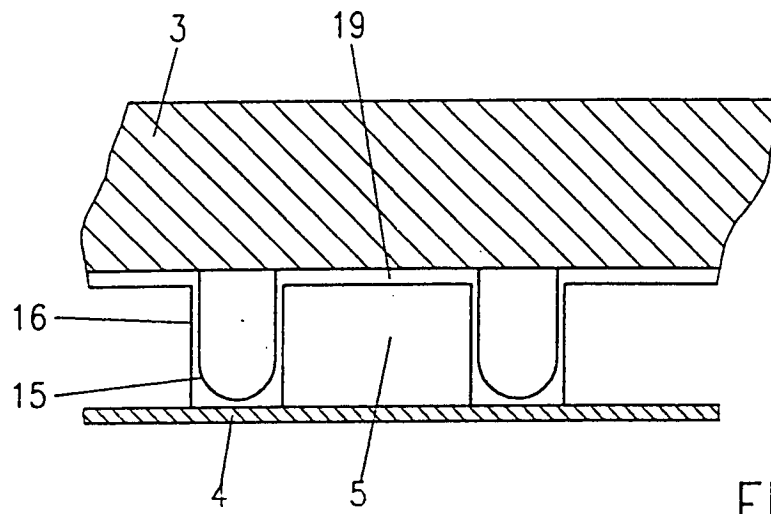


FIG. 4

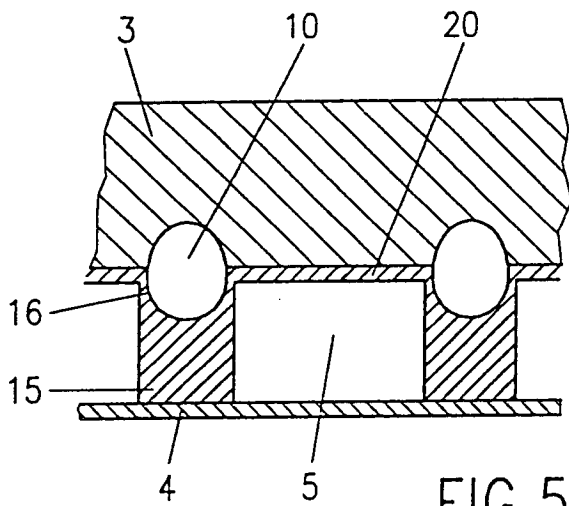


FIG. 5

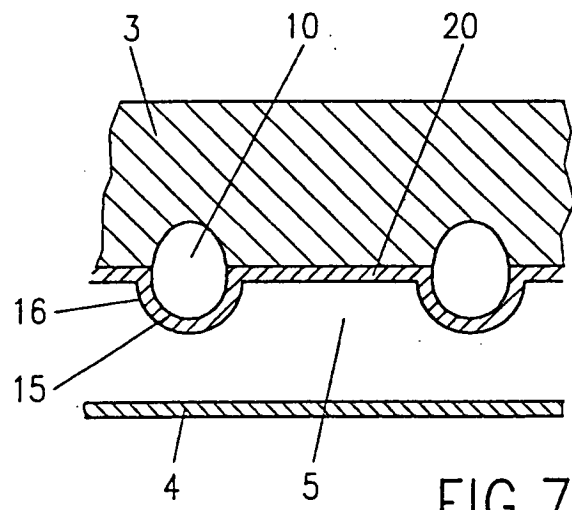


FIG. 7

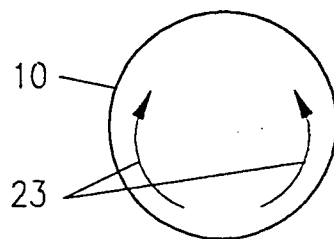


FIG. 6