

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinen. Sie betrifft eine luftgekühlte Turbinenschaufel gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Turbinenschaufel ist z.B. aus der Druckschrift US-A-5,482,435 oder der US-A-5,785,496 bekannt.

STAND DER TECHNIK

[0003] Moderne Gasturbinen arbeiten bei extrem hohen Temperaturen. Dies bedingt eine intensive Kühlung der Turbinenschaufeln, die heutzutage in modernen Gasturbinen eingesetzt werden. Hierbei ist es meist besonders schwierig, die exponierten Bereiche der Schaufeln gut zu kühlen. Einer dieser Bereiche ist das Deckband bzw. Deckbandelement der Schaufel. Eine Möglichkeit, das Deckbandelement zu kühlen, ist in der eingangs genannten Druckschrift US-A-5,785,496 beschrieben worden. Dort wird vorgeschlagen (siehe die dortigen Fig. 1A und 1B), das Deckbandelement durch eine Reihe paralleler Kühlbohrungen zu kühlen, die sich von der (zentralen) Laufschaufel durch das Deckbandelement hindurch zur äusseren Kante des Deckbandelementes erstrecken und dort in den Aussenraum münden. In der US-A-5,482,435 sind zu demselben Zweck nur zwei in entgegengesetzte Richtungen laufende Bohrungen vorgesehen.

[0004] Diese bekannten Lösungen haben allerdings Nachteile: Die bekannten Kühlbohrungen nehmen innerhalb des Deckbandelementes vergleichsweise wenig Platz ein. Da zum Einbringen der Bohrungen im Deckbandelement eine bestimmte Mindestdicke des Deckbandelementes benötigt wird, und diese oder eine noch grössere Dicke des Deckbandelementes auch im Bereich ausserhalb der Bohrungen beibehalten wird, ergibt sich ein ungünstig kleines Verhältnis von durchströmtem Deckbandvolumen zu nicht durchströmtem Deckbandvolumen. Dies hat zur Folge, dass die Kühlung des Deckbandelementes nicht optimal ist, und dass das Deckbandelement aufgrund des grossen Anteils an Vollmaterial vergleichsweise schwer ist und damit während des Betriebes aufgrund der Zentrifugalkräfte hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt ist.

[0005] Zur Lösung dieses Problems ist bereits vorgeschlagen worden (GB-A-2,290,833), auf im Inneren des Deckbandelementes verlaufende Kühlbohrungen praktisch ganz zu verzichten und statt dessen Kühlluft nach Art einer Filmkühlung aus einem Verteilkanal über eine Reihe von kleinen Oeffnungen auf die Oberseite des Deckbandelementes ausströmen zu lassen, um ein dünneres und leichteres Deckbandelement zu ermöglichen. Problematisch ist dabei jedoch, dass die Effektivität dieser Oberflächen-Filmkühlung des Deckband-

elementes stark von den auf der Oberseite des Deckbandelementes herrschenden Strömungsverhältnissen abhängt und damit nur schwer für die verschiedenen Betriebszustände optimiert werden kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Turbinenschaufel mit luftgekühltem Deckbandelement zu schaffen; bei welcher die genannten Nachteile auf einfache Weise vermieden werden können, und die sich insbesondere bei deutlicher Gewichtsreduzierung des Deckbandelementes durch eine wirksame Kühlung des Deckbandelementes auszeichnet.

[0007] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Kern der Erfindung ist es, die das Kühlfluid führenden Hohlräume im Inneren des Deckbandelementes in Abstimmung mit dem Deckbandelement in Form und Abmessung so auszugestalten, dass das vom Kühlfluid durchströmte Volumen einen hohen Anteil am Gesamtvolumen des Deckbandelementes einnimmt. Hierdurch kann bei gleichzeitig sehr effizienter Kühlung das Gewicht des Deckbandelementes erheblich reduziert werden.

[0008] Eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Turbinenschaufel zeichnet sich dadurch aus, dass die Hohlräume Kühlbohrungen umfassen, dass die Kühlbohrungen tunnelförmig ausgebildet sind, wobei die Dicke des Deckbandelementes ausserhalb der Kühlbohrungen reduziert ist, und dass die Kühlbohrungen im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung der Schaufelspitze von innen nach aussen verlaufen und jeweils vor dem äusseren Rand des Deckbandelementes nach oben in den Aussenraum münden. Die tunnelförmige Ausbildung der Kühlbohrungen reduziert nicht nur den Anteil des Vollmaterials am Deckbandelement, sondern versteift zugleich das Deckbandelement mechanisch. Die nach oben austretende Kühlluft kann auch dann ungehindert austreten, wenn die Deckbandelemente aller Schaufeln einer Turbinenstufe aneinandergereiht zu einem ringförmigen Deckband vereinigt werden.

[0009] Bevorzugt sind dazu in das Deckbandelement von der Oberseite her Vertiefungen eingelassen, und münden die Kühlbohrungen seitlich in die Vertiefungen. Von Vorteil ist weiterhin, wenn in den Kühlbohrungen jeweils eine Drosselstelle zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorgesehen ist, und die Drosselstellen jeweils an der Eingangsseite der Kühlbohrungen angeordnet sind. Ein Teil der Kühlbohrungen kann auch als Diffusor ausgebildet sein.

[0010] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume als Schlitze ausgebildet sind, welche sich über die Breite des Deckbandelementes erstrecken, dass die Schlitze im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung der Schaufelspitze von innen nach aussen verlaufen und jeweils vor dem äusseren Rand des Deckband-

elementes nach oben in den Aussenraum münden, dass in das Deckbandelement von der Oberseite her Vertiefungen eingelassen sind, und dass die Schlitze seitlich in die Vertiefungen münden. Die breiten Schlitze ergeben eine gute Kühlung bei gleichzeitig erheblicher Materialreduktion. Auch hier kann es von Vorteil sein, in den Schlitzen jeweils Drosselstellen zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorzusehen, wobei die Drosselstellen jeweils an der Eingangsseite und/oder der Ausgangsseite der Schlitze angeordnet sind.

[0011] Besonders effektiv ist die Kühlung, wenn gemäss einer bevorzugten Weiterbildung dieser Ausführungsform in den Schlitzen Mittel zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen Kühlluft und Deckbandelement vorgesehen sind. Insbesondere können die Schlitze als Mittel zur Verbesserung des Wärmeübergangs eine verteilte Anordnung von Pins umfassen, die vom Kühlfluid turbulent umströmt werden und so den Wärmeübergang zwischen Kühlfluid und Deckbandmaterial weiter verbessern.

[0012] Eine dritte bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Turbinenschaufel zeichnet sich dadurch aus, dass die Hohlräume sich in Bewegungsrichtung der Schaufelspitze erstreckende Kühlbohrungen umfassen, dass die Kühlbohrungen von einer Mehrzahl von Querböhrungen durchkreuzt werden, und dass die Querböhrungen zum Aussenraum hin durch verschlossene Enden abgesperrt sind. Diese Konfiguration der sich kreuzenden Kühlbohrungen ist von der Geometrie her vergleichbar zu den vorher erwähnten breiten Schlitzen mit verteilter Pin-Anordnung. Auch hier wird bei stark verbessertem Wärmeübergang das Vollmaterial des Deckbandelementes massgeblich reduziert und somit Gewicht eingespart. Die sich kreuzenden Kühlbohrungen lassen sich mit herkömmlichen Mitteln vergleichsweise leicht in das Deckbandelement einbringen. Kühlungstechnisch besonders günstige Kühlbohrungen lassen sich erreichen, wenn die Kühlbohrungen und die Querböhrungen mittels des sogenannten "STEM drilling"-Prozesses hergestellt sind.

[0013] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0014] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in der Draufsicht von oben ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel nach der Erfindung mit den (gestrichelt angedeuteten) tunnelförmigen Kühlbohrungen im Deckbandelement;

Fig. 2 von der Seite her gesehen die Spitze der Turbinenschaufel nach Fig. 1 innerhalb der Gasturbine mit der gegenüberliegenden Gehäuswand;

sewand;

Fig. 3 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit breiten Schlitzen und einer regelmässigen Anordnung von Pins in den Schlitzen;

Fig. 4 in einer zu Fig. 2 vergleichbaren Darstellung die Seitenansicht der Schaufel nach Fig. 3;

Fig. 5 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit sich kreuzenden Kühlbohrungen und Querböhrungen; und

Fig. 6 in einer zu Fig. 2 vergleichbaren Darstellung die Seitenansicht der Schaufel nach Fig. 5.

20 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0015] In Fig. 1 ist in der Draufsicht von oben ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel nach der Erfindung dargestellt. Die Turbinenschaufel 10 umfasst das eigentliche (senkrecht zur Zeichenebene sich erstreckende) Schaufelprofil 23 und ein quer dazu an der Schaufelspitze angeordnetes Deckbandelement 11, welches zusammen mit den Deckbandelementen der anderen (nicht gezeigten) Schaufeln ein durchgehendes, ringförmiges, mechanisch stabilisierendes Deckband ergibt. Das Schaufelprofil 23 ist im Inneren teilweise hohl und von einem oder mehreren Kühlluftkanälen 18 (in Fig. 1 gestrichelt angedeutet) durchzogen, die Kühlluft vom Schaufelfuss bis in die Schaufelspitze leiten (siehe z.B. Fig. 2 der US-A-5,482,435). Das Deckbandelement 11 hat auf seiner Oberseite (22 in Fig. 2) zwei parallel in Bewegungsrichtung der Schaufelspitze verlaufende Rippen 12 und 13, die zusammen mit der gegenüberliegenden Gehäuswand 20 der Gasturbine eine durch Spalte mit der Umgebung verbundene Kavität 21 bilden (Fig. 2).

[0016] Im Inneren des Deckbandelementes 11 verlaufen zwischen und im wesentlichen parallel zu den Rippen 12, 13 mehrere Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' (in Fig. 1 und 2 gestrichelt eingezeichnet) von der Mitte ausgehend nach aussen. Die Kühlbohrungen können von einheitlicher Gestalt sein, können aber auch unterschiedlich ausgestaltet sein. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 sind die Kühlbohrungen 16, 17 als Bohrungen mit weitgehend konstantem Durchmesser ausgelegt, während die Kühlbohrungen 16', 17' als Diffusoren mit sich in Strömungsrichtung erweiterndem Querschnitt ausgebildet sind.

[0017] Die Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' stehen eingangsseitig mit dem Kühlluftkanal 18 in Verbindung und werden von diesem mit Kühlluft (oder einem anderen Kühlfluid) versorgt. Wie aus Fig. 1 zu entnehmen ist, erstrecken sich die Kühlbohrungen 16, 17 nicht ganz bis

zum seitlichen Ende bzw. Rand des Deckbandelementes 11, sondern münden jeweils von der Seite her in eine längliche, von der Oberseite her in das Deckbandelement 11 eingelassen Vertiefung 14 bzw. 15. Dadurch ist gewährleistet, dass die Kühlluft immer durch die Kühlbohrungen hindurchtritt, auch wenn zwei (benachbarte) Deckbandelemente in mechanischem Kontakt stehen. Es versteht sich von selbst, dass anstelle der durchgehenden Vertiefungen 14, 15 auch jede der Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' für sich genommen mit einer separaten Vertiefung in Verbindung stehen kann. Weiterhin ist es auch denkbar, die Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' leicht schräg und von einer Parallelität untereinander abweichend verlaufen zu lassen, wenn es zur Optimierung der Kühlung über die gesamte Fläche des Deckbandelementes 11 nötig ist.

[0018] Weiterhin führt ein Ausblasen der Kühlluft nach oben zu einem "Aufblasen" der Kavität 21 im Deckband (Fig. 2). Dies führt zu einer Erhöhung des Druckes im Spalt zwischen Deckbandelement 11 und Gehäusewand 20 und trägt damit zu einer Verkleinerung des eindringenden Massenstromes an Heissgas 24 bei. Weiterhin wird natürlich auch die Mischtemperatur in diesem Bereich abgesenkt, wodurch die thermische Belastung des Deckbandelementes 11 von der Oberseite 22 her verringert wird. Weiterhin ist es vorteilhaft, die Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' vorzugsweise eingangseitig, d.h. im Bereich der Kühlluftversorgung am Profil 23, jeweils mit einer Drosselstelle 19 auszustatten. Dadurch wird es möglich, den Kühlluftmassenstrom gezielt zu begrenzen und eine deutlich effizientere Kühlung zu erhalten.

[0019] Entscheidend für die erfindungsgemässe Reduktion des Gewichtes des Deckbandelementes 11 ist beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 jedoch, dass die Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' tunnelförmig ausgebildet sind. Das bedeutet, dass - wie in der Seitenansicht von Fig. 2 deutlich zu sehen ist - die Dicke des Deckbandelementes 11 ausserhalb der Kühlbohrungen 16, 16'; 17, 17' reduziert ist. Hierdurch kann beim Deckbandelement erheblich an Material und damit an Gewicht eingespart werden. Gleichzeitig reduziert sich das zu kühlende Materialvolumen. Schliesslich bilden die tunnelförmigen Kühlbohrungen 16, 16' und 17, 17' auf der Oberseite des Deckbandelementes rippenförmige Erhebungen, die massgeblich zu einer Erhöhung der mechanischen Steifigkeit des Deckbandelementes 11 beitragen.

[0020] Eine alternative Form der Gewichtsreduktion ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 wiedergegeben. Hier ist im Inneren des Deckbandelementes 11 anstelle einer Vielzahl von Kühlbohrungen zu beiden Seiten des Schaufelprofils jeweils ein breiter Schlitz 25 bzw. 26 vorgesehen, der sich jeweils vom zentralen Kühlluftkanal 18 bis zu den seitlichen Vertiefungen 14 bzw. 15 erstreckt und dort mündet. Die Schlitz 25, 26 führen wegen ihrer durchgehenden Breite zu einer erheblichen Gewichtsreduktion und gewährleisten eine über die ge-

samte Breite gleichmässig verteilte Kühlung. Auch hier können jeweils Drosselstellen 19 bzw. 19' zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorgesehen sein, wobei die Drosselstellen jeweils an der Eingangsseite (Drosselstellen 19) und/oder der Ausgangsseite (Drosselstellen 19') der Schlitz 25, 26 positioniert sind. Die Kühlung durch die Schlitz 25, 26 kann in ihrer Wirkung weiter erhöht werden, wenn als Mittel zur Verbesserung des Wärmeübergangs in den Schlitz 25, 26 eine verteilte Anordnung (einen "array") von Pins 27 vorgesehen wird. Die Pins 27 erhöhen die Turbulenz der Kühlluftströmung und stellen zusätzliche Flächen für den Wärmeübergang dar. Darüber hinaus wirken sie mechanisch stabilisierend, wenn sie in den Schlitz 25, 26 von Wand zu Wand reichen. Zahl und Anordnung der Pins im "array" können im Rahmen einer Optimierung der Kühlwirkung verändert werden.

[0021] Eine weitere alternative Art der Gewichtsreduktion im Rahmen der Erfindung ist in Fig. 5 und 6 dargestellt. Hier wird im Deckbandelement 11 eine "Matrix" aus parallelen Kühlbohrungen 16, 17 (Bohrachse 29) und diese kreuzenden Querböhrungen 28 (Bohrachse 30) erzeugt, die in ihrer Wirkung hinsichtlich Gewichtsreduktion und Kühlung vergleichbar mit den Pin-besetzten Schlitz 25, 26 der Fig. 3 und 4 ist. Die Kühlbohrungen 16, 17 und die Querböhrungen 28 werden - wie auch die Kühlbohrungen in Fig. 1 und 2 - vorzugsweise mit dem sogenannten "STEM drilling"-Verfahren hergestellt, das in der US-A-5,306,401 in allen Einzelheiten beschrieben ist. Dadurch ist es (durch Veränderung des Vorschubs) möglich, die Kühlbohrungen 16, 17 und Querböhrungen 28 mit internen Rauigkeiten wie z.B. Turbulatoren oder Rippen zu versehen. Dies führt zu einer deutlich effizienteren Kühlung, weil die Form der Kühlbohrung optimiert werden kann. Die Kühlbohrungen 16, 17 und Querböhrungen 28 werden zur Seite hin durch nach dem Bohren verschlossene Enden 31 bzw. 32 abgesperrt. Die Kühlbohrungen 16, 17 haben auch hier vorzugsweise Drosselstellen 19 und münden in seitlich angeordnete, nach oben offene Vertiefungen 14, 15.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0022]

10	Turbinenschaufel
11	Deckbandelement
12,13	Rippe
14,15	Vertiefung
16,16',17,17'	Kühlbohrung
18	Kühlluftkanal
19,19'	Drosselstelle
20	Gehäusewand
21	Kavität
22	Oberseite (Deckbandelement)
23	Schaufelprofil
24	Heissgas

25,26	Schlitz
27	Pin
28	Querbohrung
29,30	Bohrachse
31,32	verschlossenes Ende

weils an der Eingangsseite der Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Luftgekühlte Turbinenschaufel (10), welche an der Schaufelspitze ein sich quer zur Schaufellängsachse erstreckendes Deckbandelement (11) aufweist, wobei im Inneren des Deckbandelementes (11) Hohlräume (16, 16', 17, 17'; 25, 26; 28) zur Kühlung vorgesehen sind, welche eingangsseitig mit wenigstens einem durch die Turbinenschaufel (10) zur Schaufelspitze verlaufenden Kühlluftkanal (18) in Verbindung stehen, und ausgangsseitig in den die Turbinenschaufel (10) umgebenden Aussenraum münden, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume (16, 16', 17, 17'; 25, 26; 28) und das Deckbandelement (11) zur Verringerung des Gewichtes des Deckbandelementes (11) in Form und Abmessung aufeinander abgestimmt sind. 10
2. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') umfassen, und dass die Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') tunnelförmig ausgebildet sind, wobei die Dicke des Deckbandelementes (11) ausserhalb der Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') reduziert ist. 15
3. Turbinenschaufel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') zur Oberseite (22) des Deckbandelementes (11) hin in den Aussenraum münden. 20
4. Turbinenschaufel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung der Schaufelspitze von innen nach aussen verlaufen und jeweils vor dem äusseren Rand des Deckbandelementes (11) nach oben in den Aussenraum münden. 25
5. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in das Deckbandelement (11) von der Oberseite her Vertiefungen (14, 15) eingelassen sind, und dass die Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') seitlich in die Vertiefungen (14, 15) münden. 30
6. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') jeweils eine Drosselstelle (19) zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorgesehen ist, und dass die Drosselstellen (19) je- 35
7. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Kühlbohrungen (16', 17') als Diffusor ausgebildet ist. 40
8. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume als Schlitzze (25, 26) ausgebildet sind, welche sich über die Breite des Deckbandelementes (11) erstrecken. 45
9. Turbinenschaufel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzze (25, 26) zur Oberseite (22) des Deckbandelementes (11) hin in den Aussenraum münden. 50
10. Turbinenschaufel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzze (25, 26) im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung der Schaufelspitze von innen nach aussen verlaufen und jeweils vor dem äusseren Rand des Deckbandelementes (11) nach oben in den Aussenraum münden. 55
11. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in das Deckbandelement (11) von der Oberseite her Vertiefungen (14, 15) eingelassen sind, und dass die Schlitzze (25, 26) seitlich in die Vertiefungen (14, 15) münden. 60
12. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in den Schlitzzen (25, 26) jeweils Drosselstellen (19, 19') zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorgesehen ist, und dass die Drosselstellen (19, 19') jeweils an der Eingangsseite und/oder der Ausgangsseite der Schlitzze (25, 26) angeordnet sind. 65
13. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in den Schlitzzen (25, 26) Mittel (27) zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen Kühlluft und Deckbandelement (11) vorgesehen sind. 70
14. Turbinenschaufel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzze (26, 27) als Mittel zur Verbesserung des Wärmeübergangs eine verteilte Anordnung von Pins (27) umfassen. 75
15. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume sich in Bewegungsrichtung der Schaufelspitze erstreckende Kühlbohrungen (16, 17) umfassen, und dass die Kühlbohrungen (16, 17) von einer Mehrzahl von Querbohrungen (28) durchkreuzt werden. 80

16. Turbinenschaufel nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Querbohrungen (28) zum Aussenraum hin durch verschlossene Enden (31, 32) abgesperrt sind. 5
17. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (16, 17) jeweils vor dem äusseren Rand des Deckbandelementes (11) nach oben in den Aussenraum münden. 10
18. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass in das Deckbandelement (11) von der Oberseite her Vertiefungen (14, 15) eingelassen sind, und dass die Kühlbohrungen (16, 17) seitlich in die Vertiefungen (14, 15) münden. 15
19. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass in den Kühlbohrungen (16, 17) jeweils eine Drosselstelle (19) zur Begrenzung des Kühlluftmassenstromes vorgesehen ist, und dass die Drosselstellen (19) jeweils an der Eingangsseite der Kühlbohrungen (16, 17) angeordnet sind. 20
25
20. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 7 und 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (16, 16'; 17, 17') und die Querbohrungen (28) mittels des sogenannten "STEM drilling"-Prozesses hergestellt sind. 30
21. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Oberseite des Deckbandelementes (11) parallel zueinander verlaufende, voneinander beabstandete Rippen (12, 13) vorgesehen sind, welche zusammen mit der gegenüberliegenden Gehäusewand (20) der Gasturbine eine Kavität (21) bilden, und dass die Hohlräume (16, 16'; 17, 17') in die Kavität (21) münden. 35
40

45

50

55





