

Verfahren zur Reparatur einer variablen Leitschaufel und ent-
sprechend reparierte Leitschaufel

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reparatur einer variablen Leitschaufel für eine Gasturbine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechend reparierte Leitschaufel mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 12.

Variable Leitschaufeln sind eine besondere Art von Leitschaufeln und im Kompressor von manchen Gasturbinen, insbesondere in bestimmten Flugzeugtriebwerken, vorgesehen. Sie sind um ihre Mittelachse drehbar eingebaut und können zwischen verschiedenen Stellungen hin- und hergedreht werden.

Variable Leitschaufeln bieten den Vorteil, dass zum Beispiel bei geringer Zufuhr von Außenluft für die Verbrennung, beispielsweise im Falle von niedriger Fluggeschwindigkeit eines Verkehrsflugzeugs, eine Drehung der variablen Leitschaufeln vorgenommen werden kann, um so eine optimierte Luftzufuhr zur Brennkammer zu erreichen.

Um die variablen Leitschaufeln mit benachbarten Bauteilen zu verbinden, weisen sie sogenannte rotationssymmetrische Anschlussbereiche auf. Diese rotationssymmetrischen Anschlussbereiche unterliegen einem erhöhten Verschleiß und müssen verhältnismäßig häufig repariert werden.

Dazu ist es aus offenkundiger Vorbenutzung bekannt und üblich, mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) oder Plas-

maspritzen die beschädigten Bauteilbereiche wieder aufzubauen und zu reparieren.

Jedoch weisen die so reparierten variablen Leitschaufeln eine reduzierte Verschleißfestigkeit auf, so dass sie im Einsatz umso schneller erneut verschleissen.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Reparatur einer variablen Leitschaufel bereitzustellen, wodurch die Leitschaufel repariert und mit vergleichsweise verbesserten Verschleißeigenschaften versehen werden kann. Die Aufgabe umfasst weiterhin, eine entsprechend reparierte Leitschaufel bereitzustellen.

Die Erfindung löst die Aufgabe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren zur Reparatur einer variablen Leitschaufel für eine Gasturbine vorgeschlagen, wobei im Zuge des Verfahrens durch einen Materialauftrag Zusatzmaterial auf die variable Leitschaufel aufgebracht wird, wobei der Materialauftrag durch Laserstrahl-Auftragsschweißen erfolgt.

Wie bereits eingangs ausgeführt, werden variable Leitschaufeln üblicherweise mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) oder Plasmaspritzen repariert. Entgegen der bisherigen Ansicht, dass Laserstrahl-Auftragsschweißen prinzipiell aufgrund des hohen Wärmeeintrags für eine Reparatur nicht geeignet ist, wurde durch intensive Entwicklungen bewiesen, dass eine Reparatur von variablen Leitschaufeln durch Laser-Auftragsschweißen doch möglich ist. Das Laserstrahl-Auftragsschweißen wird dabei vorzugsweise so gesteuert, dass die eingebrachte

Wärme in die variable Leitschaufel möglichst gering ist. Eine bevorzugte Möglichkeit, dies zu erreichen, umfasst eine auf die individuelle Beschädigung angepasste Reparatur.

5 Im Stand der Technik wird üblicherweise eine Plasmaspritzschicht stets über den gesamten Umfang (360°) aufgetragen, es wird also beispielsweise die komplette äußere Plattform (sog. „outer platform“) oder der gesamte Kerbbereich (sog. „pin notch“) der variablen Leitschaufel neu aufgebaut.

10 Die Beschichtung kann nur geringe Auftragshöhen in diesem Einsatzfall realisieren. Der Verbund der Spritzschicht zum Basismaterial hat eine zur erfindungsgemäßen Ausführung vergleichsweise geringe Haftfestigkeit. Zusätzlich muss das Werkstück üblicherweise spanabhebend vorbereitet und nachfolgend
15 aufgeraut werden, um gleichmäßige Hafteigenschaften der Schicht sicherzustellen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren treten diese Nachteile nicht oder zumindest weniger stark auf.

20 Bei einer bevorzugten Verfahrensausführung wird nur der Bereich der Beschädigung durch das Laserstrahl-Auftragsschweißen neu aufgebaut. Eine spanabhebende Vorarbeitung und ein Aufrauen sind nicht notwendig. Das Verfahren unterscheidet sich somit bereits von anderen Beschichtungsverfahren mit Vorarbeit.
25 Beispielsweise wird nur ein Teilbereich (beispielsweise der äußeren Plattform oder des Kerbbereichs der variablen Leitschaufel) von 120°, also (nur) der Bereich, der von Erosion betroffen ist - und nicht die vollen 360° - durch das Verfahren wieder aufgefüllt. Anhand der Figuren wird dieser Aspekt
30 an späterer Stelle noch weiter verdeutlicht.

Durch das Laserstrahl-Auftragsschweißen kann der Materialauftrag auf die variable Leitschaufel mit besonders hoher Qualität erfolgen.

5 Durch die vorgesehene reduzierte Aufbaubreite und den verringerten Wärmeeintrag weist das Bauteil nur einen vergleichsweise geringen Verzug auf, eine Nacharbeit ist somit weniger aufwendig. Das Reparaturverfahren weist zudem eine erhöhte Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu den bekannten Verfahren auf.

10 Des Weiteren kann vorzugsweise eine Kühlung der Reparaturbereiche vorgesehen sein.

15 Die variable Leitschaufel weist als Teilabschnitte Plattformen oder Zapfen auf, welche durch das Reparaturverfahren bevorzugt repariert werden, da gerade in diesen Bereichen erfahrungsgemäß der größte Verschleiß auftritt. Demnach erfolgt der Materialauftrag vorzugsweise auf die innere und/oder äußere Plattform der variablen Leitschaufel und weiterhin erfolgt der Materialauftrag auch bevorzugt auf den inneren und/oder äußeren
20 Zapfen der variablen Leitschaufel.

Vorzugsweise umfasst der Materialauftrag das Aufbringen eines verschleißfesten Werkstoffs. Der Werkstoff des Zusatzmaterials ist demnach vorzugsweise nicht artgleich mit dem des Grundmaterials, sondern er ist bevorzugt hinsichtlich seiner Verschleißseigenschaften verbessert.
25

30 Zwar kann auch bereits durch artgleiches Material in Verbindung mit dem Laserstrahl-Auftragsschweißen eine vergleichsweise erhöhte Verschleißfestigkeit der reparierten variablen Leitschaufel erreicht werden, der Effekt kann jedoch durch bestimmte artfremde Werkstoffe noch weiter vergrößert werden.

Vorzugsweise umfasst der Materialauftrag das Aufbringen von Stellite oder Nitrid, vorzugsweise Titanitrid, Chromnitrid und/oder Bornitrid. Alternativ oder zusätzlich umfasst der Materialauftrag bevorzugt das Aufbringen von Hartstoffverbundschichten mit Carbiden, vorzugsweise Wolframcarbid oder Titan-
carbid. Die beschriebenen Werkstoffe eignen sich zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit der reparierten Bauteilbereiche. Weiterhin kann der Materialauftrag in vorteilhaften Ausführungsformen auch Graphit umfassen, welches sich positiv auf Verschleiß- bzw. Schmiereigenschaften auswirkt.

Durch das Einbringen dieser Werkstoffe im Zuge der Reparatur wird die variable Leitschaufel gerade in der Region verstärkt, bei der sie an ihrem Einsatzort in der Gasturbine am meisten beansprucht und verschlissen wird. Diese gezielte Verstärkung der im Betrieb besonders beanspruchten Bereiche resultiert in einer variablen Leitschaufel, die für ihren spezifischen Einbauort angepasste und verbesserte Verschleißigenschaften aufweist.

Bei einer bevorzugten Vorgehensweise, bei der mehrere Leitschaufeln parallel repariert werden, wird bei der ersten Leitschaufel eine Pause gemacht, und während dieser Pause wird die Reparatur an einer oder mehreren weiteren Leitschaufeln begonnen oder fortgesetzt. Vorzugsweise werden somit mehrere Materiallagen nacheinander auf die variable Leitschaufel aufgebracht und zwischen dem Aufbringen von zwei Materiallagen auf die variable Leitschaufel wird mindestens eine Materiallage auf mindestens eine weitere, vorzugsweise auf mindestens zwei weitere variable Leitschaufeln aufgebracht. Weiter bevorzugt wird mindestens eine Materiallage auf mindestens fünf weitere variable Leitschaufeln aufgebracht. Der Wärmeeintrag pro Schaufel kann auf diese Weise verringert werden, ohne dass die

Prozesszeit dabei ansteigt. Typischerweise werden 5 bis 50, bevorzugt 5 bis 25, weiter bevorzugt 10 bis 20 variable Leitschaufeln simultan bearbeitet.

5 Neben diesem bevorzugten gleichzeitigen Reparieren von mehreren variablen Leitschaufeln kann es in manchen Fällen auch sinnvoll und bevorzugt sein, nur eine einzelne variable Leitschaufel gleichzeitig zu reparieren und dabei entsprechend Pausen zwischen den einzelnen Materiallagen zu lassen.

10 Vorzugsweise wird im Zuge des Verfahrens eine metallurgische Verbindung zwischen der variablen Leitschaufel und dem aufgebrachteten Zusatzmaterial ausgebildet. Somit wird bevorzugt das Grundmaterial der variablen Leitschaufel mit dem Zusatzmaterial metallurgisch verbunden. Diese metallurgische Verbindung,
15 die bevorzugt durch das Laserstrahl-Auftragsschweißen erzeugt wird, unterscheidet sich gegenüber der Verbindung, die durch bekannte Plasmaspritz-Verfahren erreicht werden kann.

20 Beim Flamm- oder Plasmaspritzen werden Partikel mit relativ hoher Geschwindigkeit auf eine Oberfläche gespritzt. Die Partikel bzw. Pulver werden an der Oberfläche des Werkstücks durch im Wesentlichen zwei Wechselwirkungen verbunden: Einerseits durch eine Verkrallung aufgrund von Deformation beim Auftreffen und andererseits durch lokale Verschweißung auf-
25 grund von Kaltverschweißungen und/oder schmelzflüssigen Randzonen der Partikel beim Auftreffen.

Durch erfindungsgemäßen Einsatz des Laserstrahl-Auftragsschweißens können beispielsweise bei einer Schweißung von Nickel auf Nickel Zusatzwerkstoffe, beispielsweise Pulver, Draht und/oder Pasten, eingesetzt werden. Im Fall des Einsatzes von Pulvern bzw. Partikeln besteht im Gegensatz zum Flamm-
30 spritzen

die Besonderheit, dass bei Werkstoffen mit einer Komponente die Partikel bzw. bei Pulvern mit gleichem Schmelzpunkt (wie bei Nickel-Nickel-Verbindungen) die Pulver in der Regel vollständig in einem Schmelzbad aufgelöst werden.

5

Aus diesem schmelzflüssigen Bad heraus erstarrt der Werkstoff in der Regel durch Wärmeableitung in den Grundwerkstoff. Im metallographischen Querschliff ist folglich nach dem Schweißen die Korngröße der Ausgangspartikel nicht mehr detektierbar.

10

Des Weiteren kommt es zu keiner Verkrallung (formschlüssigen Verbinden) wie beim Plasmaspritzen, sondern zu einer stoffschlüssigen Verbindung. Das heißt auf atomarer Ebene entstehen atomare Verbindungen von dem metallischen Schweißgut zum metallischen Grundkörper. Dieses wird dadurch unterstützt, dass

15

Anteile des Grundwerkstoffs ebenfalls aufgeschmolzen werden.

Die metallische bzw. stoffschlüssige Verbindung des Laserstrahl-Auftragsschweißens ist in der Regel wesentlich fester als die zum Teil verkrallte und zum Teil verschweißte Spritzschicht. Zusätzlich weisen Plasma-Schichten in der Regel mehr Poren auf als ein gut eingestellter Schweißprozess. Ein gut eingestellter Schweißprozess bezeichnet hierbei einen bevorzugten Prozess, bei dem die Gaseinschlüsse die Schmelze vor der Erstarrung verlassen.

20

25

Vorzugsweise ist das Zusatzmaterial pulverförmig, vorzugsweise mit Pulverkorngrößen in einem Bereich zwischen 40 bis 150 μm , weiter bevorzugt 50 bis 75 μm . Erfahrungsgemäß sind mit diesen Pulvergrößen die besten Ergebnisse erzielbar. Darüber hinaus können Pulverkorngrößen in einem Bereich zwischen 5 und 150 μm des Zusatzmaterials geeignet sein.

30

Beim Laserstrahl-Auftragsschweißen wird vorzugsweise mit Pulver und/oder Draht als Zusatzwerkstoff gearbeitet. Durch die Zuführung in Pulver- und/oder Drahtform können geringere Porositäten und eine bessere Haftung als beim Hochgeschwindigkeitsflammspritzen erreicht werden.

Des Weiteren ist die Schichtfestigkeit aufgrund der geringeren Porenanzahl und der Erstarrung aus einer Schmelze heraus erhöht. Durch den Einsatz von Draht als Zusatzwerkstoff kann der Ausnutzungsgrad der Zusatzwerkstoffe nahezu 100 % erreichen, bei Pulvern ist ein Ausnutzungsgrad von 30 bis 95 % üblich. Ein hoher Ausnutzungsgrad steigert die Wirtschaftlichkeit des Reparaturverfahrens.

Vorzugsweise wird die variable Leitschaufel in einer Schutzgasatmosphäre bearbeitet. Diese Gasumgebung ist vorzugsweise als nicht reaktives bzw. oxidierendes Gas ausgeführt. Vorzugsweise werden Argon und Helium vorgesehen.

Vorzugsweise werden mindestens zwei weitere variable Leitschaufeln in der Schutzgasatmosphäre zur Bearbeitung bereitgehalten. Auf diese Weise können mehrere variable Leitschaufeln parallel bearbeitet werden. Während beispielsweise eine oder zwei variable Leitschaufel(n) in der Abkühlphase sind, kann diese Zeit genutzt werden, um eine dritte variable Leitschaufel zu bearbeiten.

Zur Lösung der Aufgabe wird weiterhin eine variable Leitschaufel für eine Gasturbine vorgeschlagen, wobei die variable Leitschaufel entsprechend des oben beschriebenen Verfahrens repariert ist. Der Einsatz einer solchen erfindungsgemäßen Leitschaufel ist vorteilhaft, da sie gegenüber bekannten reparierten variablen Leitschaufeln eine erhöhte Verschleißfestig-

keit und Lebensdauer aufweist. Eine solche variable Leitschaufel ist wirtschaftlicher, da sie hinsichtlich ihres spezifischen Verschleißes an den entsprechenden Stellen verstärkt ist und somit weniger häufig repariert werden muss.

5

Die Erfindung wird im Folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Dabei zeigt:

10

Fig. 1 eine Seitenansicht einer variablen Leitschaufel mit einer Beschädigung;

Fig. 2 eine Draufsicht einer variablen Leitschaufel mit dargestellten Schweißlinien;

15

Fig. 3 Darstellung einer Leitschaufelanordnung zum parallelen Schweißen an mehreren variablen Leitschaufeln;

Fig. 4 eine bevorzugte linienweise Leitschaufelanordnung;

20

Fig. 5 eine bevorzugte kreisbogenförmige Leitschaufelanordnung.

25

In der Figur 1 ist eine typische variable Leitschaufel 1 dargestellt. In Flugzeugtriebwerken kann eine Motorstufe eine Vielzahl von variablen Leitschaufeln 1 umfassen. Sie sind vorzugsweise äquidistant um die Motorsymmetrieachse 7 herum angeordnet.

30

Die variable Leitschaufel 1 kann in mehrere Abschnitte unterteilt werden. Die Mitte der Schaufel wird durch das Schaufelprofil 4 gebildet, dieses Schaufelprofil 4 bildet dabei den

Strömungsbereich also den Abschnitt, um den im Betrieb Luft strömt.

5 Oberhalb und unterhalb des Schaufelprofils 4 ist jeweils eine Plattform angeordnet. Oben (im Hinblick auf die Motorsymmetrieachse 7) befindet sich die innere Plattform 3 und unten die äußere Plattform 5.

10 Wiederum oberhalb und unterhalb der Plattformen 3 und 5 sind die sog. Zapfen angeordnet. Die Zapfen sind in entsprechenden (nicht dargestellten) Buchsen drehbar gelagert, so dass die variable Leitschaufel 1 insgesamt im eingebauten Zustand um ihre eigene Achse drehbar ist. Oberhalb der inneren Plattform 3 ist der innere Zapfen 2 angeordnet und unterhalb der äußeren
15 Plattform 5 ist der äußere Zapfen 6 angeordnet. Die Buchsen sind dabei im Vergleich zu den Zapfen 6 verhältnismäßig weich ausgebildet und unterliegen ebenso wie die Zapfen 6 einem Verschleiß, welcher durch einen mittels Laserstrahl-Auftragschweißen bewirkten Materialauftrag ausgeglichen werden kann.

20 Die dargestellte variable Leitschaufel 1 weist im Bereich des inneren Zapfens 2 einen Verschleißbereich 9 auf. In diesem Bereich ist die variable Leitschaufel 1 verschlissen und muss repariert oder ausgetauscht werden.

25 In der Figur 2 ist eine variable Leitschaufel 1 in einer Draufsicht dargestellt. Bei dieser variablen Leitschaufel 1 ist ein Verschleißbereich 9 repariert und erneut aufgebaut worden. In mehrere Schweißlagen, dargestellt durch Schweißlinien 8, wurde ein Materialauftrag auf die variable Leitschau-
30 fel 1 aufgebracht. In diesem Fall wurde ein verschlissener Bereich der äußeren Plattform 5 repariert. Der Verschleißbereich 9 ist hier eine grubenartige Vertiefung, welche durch den lo-

kalen Materialauftrag ausgeglichen werden kann. Dabei ist das bisher als nachteilig geltende Einbringen von hoher lokaler Energie durchaus von Vorteil, da dadurch das Grundmaterial an-
geschmolzen und mit dem aufgetragenen Material sehr gut ver-
bindet. Dabei hat sich das Verfahren insbesondere für Abtrags-
und Auftragshöhen von 0,05 bis 0,5 mm bei Wandstärken von 1,0
bis 3,0 mm, insbesondere im Bereich von 1,0 bis 2,0 mm be-
währt. Dabei ist der lokale Wärmeeintrag insofern von Vorteil,
da insbesondere rotationssymmetrische Bauteile besonders an-
fällig gegenüber Verformungen sind, welche bei einem großflä-
chigeren Wärmeeintrag auftreten würden. Insbesondere tritt
durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren keine Ver-
werfung bzw. Verzug des im Querschnitt kreisförmigen Zapfens 6
oder der Buchse auf, so dass die überarbeiteten Bauteile nach
der Überarbeitung noch die erforderliche Zentrizität zueinan-
der aufweisen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es dabei möglich, die Reparatur nur auf den tatsächlich beschädigten Verschleißbe-
reich 9 zu beschränken. Die aus dem Stand der Technik bekann-
ten Verfahren sehen nur ein komplettes (360°) Abarbeiten und
anschließendes Erneuern des betroffenen Abschnitts - also bei-
spielsweise der äußeren Plattform - vor.

Wie im Beispiel der Figur 2 dargestellt, kann durch das erfin-
dungsgemäße Verfahren auch nur ein Teilbereich eines Ab-
schnitts, also beispielsweise ein Drittel (120°) der äußeren
Plattform 5 abgearbeitet und neu aufgebaut werden.

Somit kann der eingebrachte Wärmeeintrag in die variable Leit-
schaufel reduziert werden. Zusätzlich kann durch Verwendung
von speziellen - weiter oben ausführlich beschriebenen - Mate-

rialien, die Verschleißfestigkeit der reparierten variablen Leitschaufeln gesteigert werden.

5 Durch das ebenfalls weiter oben bereits beschriebene parallele Laserstrahl-Auftragsschweißen von mehreren variablen Leitschaufeln 1 kann der Wärmeeintrag in jede Leitschaufel noch weiter reduziert werden.

10 Die dazu eingesetzten bevorzugten Anordnungen von variablen Leitschaufeln 1 sind in den Figuren 3 bis 5 dargestellt.

Es können beispielsweise, wie dargestellt, sechs variable Leitschaufeln 1 gleichzeitig bearbeitet werden, vorzugsweise werden jedoch deutlich mehr, beispielsweise bis zu 50 variable
15 Leitschaufeln 1 gleichzeitig bearbeitet.

Vorzugsweise werden mindestens so viele variable Leitschaufeln 1 gleichzeitig bearbeitet, dass der Laser kontinuierlich zur Bearbeitung genutzt werden kann. Das bedeutet, dass so viele
20 variable Leitschaufeln gleichzeitig bearbeitet werden, dass bei dem Aufbringen einer zweiten, dritten, vierten, etc. Schweißlage die variable Leitschaufel 1 jeweils so viel Zeit zum Abkühlen hatte, dass der Wärmeeintrag für die Bauteileigenschaften im Wesentlichen unschädlich ist.

25 Durch eine entsprechend große Anzahl von variablen Leitschaufeln 1 kann somit der Wärmeeintrag pro Schaufel reduziert werden, ohne dass die Prozesszeit für die Reparatur pro Schaufel reduziert werden muss. Der eingesetzte Laser kann auf diese
30 Weise kontinuierlich genutzt werden.

Für diese parallele Reparatur von mehreren variablen Leitschaufeln 1 sind insbesondere linienförmige Leitschaufelanord-

nungen wie in der Figur 4 und/oder kreisbogenförmige Leitschaufelanordnungen wie in der Figur 5 vorteilhaft. Für die im Gasturbinenbereich hohen Qualitätsanforderungen an die Bearbeitungsqualität ist es hierbei vorzugsweise vorgesehen, die
5 Schaufeln in einer definierten Gasumgebung zu bearbeiten. Diese Gasumgebung ist vorzugsweise als nicht reaktives bez. oxidierendes Gas ausgeführt. Vorzugsweise werden Argon und Helium vorgesehen. Für die Sicherstellung der definierten Gasumgebung des Schweißprozesses werden Kammern vorgesehen. Diese Kammer
10 wird bevorzugt linear oder ringförmig ausgeführt, um bei geringem Kammervolumen ein durch eine Linear- oder Drehachse realisierbare Verfahrensbewegung innerhalb der Kammer realisieren zu können.

Bezugszeichenliste:

	1	Variable Leitschaufel
5	2	Innerer Zapfen
	3	Innere Plattform
	4	Schaufelprofil
	5	Äußere Plattform
	6	Äußerer Zapfen
10	7	Motorsymmetrieachse
	8	Schweißlinien
	9	Verschleißbereich

Ansprüche:

1. Verfahren zur Reparatur einer variablen Leitschaufel (1) für eine Gasturbine, wobei im Zuge des Verfahrens durch einen Materialauftrag Zusatzmaterial auf die variable Leitschaufel (1) aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag durch Laserstrahl-Auftragsschweißen erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag das Aufbringen eines verschleißfesten Werkstoffs umfasst.
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag auf die innere und/oder äußere Plattform (3,5) der variablen Leitschaufel (1) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag auf den inneren und/oder äußeren Zapfen (2,6) der variablen Leitschaufel (1) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag das Aufbringen von Stellite oder Nitrid, vorzugsweise Titanitrid, Chromnitrid und/oder Bornitrid, umfasst.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag das Aufbringen von Hartstoffverbundschichten mit Carbiden, vorzugsweise Wolframcarbid oder Titanicarbide, umfasst.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Materiallagen nacheinander auf die variable Leitschaufel (1) aufgebracht werden und wobei zwischen dem Aufbringen von zwei Materiallagen auf die variable Leitschaufel (1) mindestens eine Materiallage auf mindestens eine weitere, vorzugsweise auf mindestens zwei weitere, variable Leitschaufeln (1) aufgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuge des Verfahrens eine metallurgische Verbindung zwischen der variablen Leitschaufel (1) und dem aufgetragenen Zusatzmaterial ausgebildet wird.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzmaterial pulverförmig, vorzugsweise mit Pulverkorngrößen in einem Bereich zwischen 40 bis 150 μm , weiter bevorzugt 50 bis 75 μm , ist.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die variable Leitschaufel (1) in einer Schutzgasatmosphäre bearbeitet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei weitere variable Leitschaufeln (1) in der Schutzgasatmosphäre zur Bearbeitung bereitgehalten werden.
12. Variable Leitschaufel (1) für eine Gasturbine, dadurch gekennzeichnet, dass die variable Leitschaufel (1) durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 repariert ist.