

(19)



(11)

**EP 2 730 371 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.05.2016 Patentblatt 2016/20**

(51) Int Cl.:  
**B24B 19/14** (2006.01)      **F01D 5/00** (2006.01)  
**F01D 5/20** (2006.01)      **F01D 25/26** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003934.0**

(22) Anmeldetag: **13.11.2012**

(54) **Vorrichtung zur Einstellung eines vorbestimmten radialen Spaltmaßes von Laufschaufeln einer Strömungsmaschine**

Device for setting a predetermined radial gap size of the blades of a turbomachine

Appareil pour régler un jeu prédéterminé à l'extrémité d'une aube d'une turbomachine

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.05.2014 Patentblatt 2014/20**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**12192401.3 / 2 730 370**

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Groppe, Rolf**  
**37688 Beverungen (DE)**
- **Keller, Michael**  
**16540 Hohen Neuendorf (DE)**
- **Kirchhübel, Uwe**  
**02959 Schleife (DE)**
- **Woitscheck, Rolf-Dieter**  
**14089 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 19 908 708      DE-A1-102008 037 429**  
**DE-U1- 29 804 858      US-A- 4 501 095**  
**US-A- 5 704 826**

**EP 2 730 371 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einstellung eines vorbestimmten radialen Spaltmaßes von in einem Gehäuse einer Strömungsmaschine angeordneten Laufschaufeln.

**[0002]** Schaufeln von Strömungsmaschinen, insbesondere Turbinenschaufeln, unterliegen während des Betriebs einer sehr hohen Materialbeanspruchung und einem entsprechend großen Verschleiß. Aus diesem Grund werden die Schaufeln im Rahmen von Wartungsarbeiten normalerweise nach einer vorbestimmten Betriebsdauer durch neue Schaufeln ersetzt. Die Betriebsdauer ist dabei vorteilhaft derart gewählt ist, dass sich die ausgetauschten Schaufeln noch reparieren lassen.

**[0003]** Werden die Schaufeln einer Turbine ausgetauscht, so werden die Turbinenlaufschaufeln, die Turbinenleitschaufeln und die Führungssegmente ersetzt. Um bei einem solchen Austausch die Aufrechterhaltung der ursprünglichen Turbinenleistung gewährleisten zu können, muss auch bei den neuen Turbinenlaufschaufeln das originäre radiale Schaufelspaltmaß erzielt werden. Hierzu werden die Schaufelspitzen der neuen Laufschaufeln vor ihrer Montage entsprechend mechanisch bearbeitet. Da das radiale Spaltmaß aber nicht nur von den Fertigungstoleranzen der neuen Laufschaufeln sondern auch von weiteren Einflussfaktoren abhängig ist, ergibt sich der endgültige radiale Schaufelspalt erst nach komplettem Tausch aller Schaufeln. Als Einflussfaktoren sind hier beispielsweise die Kontur der neuen Leitschaufeln, die Kontur der neuen Führungsringe, die Beschichtung der neuen Leitschaufeln und Führungsringe, die Veränderung der Position der neuen Schaufeln relativ zur Position der ersetzten alten Schaufeln und dergleichen zu nennen. Das sich endgültig einstellende Spaltmaß ist im Vorfeld entsprechend schwer und nur innerhalb eines recht breiten Toleranzbandes kalkulierbar.

**[0004]** Die mechanische Bearbeitung der Schaufelspitzen neuer Laufschaufeln zur Einstellung des radialen Spaltmaßes erfolgt normalerweise im Rahmen einer Schleifbearbeitung. Diese wird stets abseits der Strömungsmaschine durchgeführt, da ansonsten die Gefahr bestünde, dass die Strömungsmaschine durch den während der Bearbeitung entstehenden Schleifstaub beeinträchtigt wird. So können die Schaufeln beispielsweise unter Verwendung einer herkömmlichen Schleifanlage im an der originalen Radscheibe montierten Zustand bearbeitet werden, wozu der Läufer vorab jedoch entstapelt werden muss, was mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Alternativ kann anstelle der originalen Radscheibe auch eine so genannte Dummy-Radscheibe verwendet werden, womit das Entstapeln des Läufers entfällt. Die Verwendung einer solchen Dummy-Radscheibe geht allerdings wiederum mit einer geringeren Bearbeitungsgenauigkeit einher, die sich nachteilig auf die Leistung der Strömungsmaschine auswirken kann. Ferner besteht die Möglichkeit die Laufschaufeln ohne Radscheibe mit einer so genannten Einzelschaufelschleifvorrichtung zu

bearbeiten, was mit weiteren Einbußen hinsichtlich der Bearbeitungsgenauigkeit verbunden ist.

**[0005]** Unterschiedliche Schleifvorrichtungen und Schleifverfahren sind in den Druckschriften DE 199 08 708 A1, DE 298 04 858 U1, US 5,704,826 A, DE 10 2008 037 429 A1 und US 4,501,095 A offenbart.

**[0006]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie eine Schleifvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen das Einstellen eines vorbestimmten radialen Spaltmaßes von in einem Gehäuse einer Strömungsmaschine angeordneten Laufschaufeln im Rahmen einer Schleifbearbeitung der Schaufelspitzen einfach, schnell und bequem bei sehr hoher Bearbeitungsgenauigkeit durchführbar ist, ohne den ordnungsgemäßen Betrieb der Strömungsmaschine zu gefährden.

**[0007]** Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren der eingangs genannten Art, das die Schritte aufweist: a) Entfernen eines Gehäuseteils unter zumindest teilweiser Freilegung der zu bearbeitenden Laufschaufeln; b) Anordnen einer Schleifvorrichtung Bereich einer zu bearbeitenden Laufschaufel derart, dass die Spitze der Laufschaufel mit einer Schleifscheibe der Schleifvorrichtung bearbeitet werden kann; c) Abschirmen des Bearbeitungsbereiches durch Anordnen einer Abschirmeinrichtung, die derart ausgebildet ist, dass sie einem Verlassen von Schleifstaub aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich entgegenwirkt; d) Vorsehen einer Absaugung derart, dass sie Schleifstaub aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich absaugt; und e) Schleifen der Schaufelspitze der Laufschaufel in situ unter Erzeugung des vorbestimmten radialen Spaltmaßes. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Abschirmung des Bearbeitungsbereiches und die Absaugung ein Verschmutzen der Strömungsmaschine durch Schleifstaub verhindern, wodurch eine Bearbeitung in situ an einer im bestimmungsgemäßen Zustand montierten Laufschaufel ermöglicht wird. Die Bearbeitung der Laufschaufeln in situ ist zum einen dahingehend von Vorteil, dass eine sehr hohe, den bekannten Verfahren überlegene Bearbeitungsgenauigkeit erzielt wird, so dass nicht nur eine Beibehaltung einer ursprünglichen Leistung der Strömungsmaschine gewährleistet werden sondern auch eine Optimierung der Leistung durch Einstellung des radialen Spaltmaßes erfolgen kann. Zum anderen ist zur Durchführung des Verfahrens eine Entstapelung des Läufers nicht erforderlich, wodurch Zeit und Kosten eingespart werden können. Bei den Laufschaufeln kann es sich beispielsweise um solche eines Verdichters oder einer Turbine handeln.

**[0008]** Bevorzugt werden nach Beenden von Schritt e) die Schleifeinrichtung und eine weitere Laufschaufel zueinander ausgerichtet, woraufhin erneut die Schritte c) bis e) durchgeführt werden. Mit anderen Worten werden hier mehrere Laufschaufeln nacheinander bearbeitet.

**[0009]** Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen

Verfahrens wird Schritt e) an einer Laufschaufel mit bereits vorgeschliffener

**[0010]** Schaufelspitze durchgeführt. Das Vorschleifen der Schaufelspitze kann beispielsweise in einem Zustand erfolgen, in dem die Laufschaufel wie eingangs beschrieben an einer Dummy-Radscheibe befestigt ist, oder unter Verwendung einer Einzelschaufelschleifvorrichtung. Die End- bzw. Feinbearbeitung erfolgt dann im bestimmungsgemäß montierten Zustand der Laufschaufel unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens, wodurch sich dann höchste Bearbeitungsgenauigkeiten und eine entsprechend optimale Leistung der Strömungsmaschine erzielen lassen.

**[0011]** Bevorzugt ist die Abschirmeinrichtung durch eine an der Schleifvorrichtung vorgesehene, die Schleifscheibe ringförmig einfassende Bürstenanordnung gebildet. Die Verwendung einer Bürstenanordnung als Abschirmeinrichtung ist dahingehend von Vorteil, dass sich die flexiblen Bürsten an das zu bearbeitende Bauteil dichtend anlegen, so dass Spalte eliminiert werden, durch die Schleifstaub aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich austreten kann.

**[0012]** Vorteilhaft sind die Abmessungen der verwendeten Schleifvorrichtung derart auf die Abstände zwischen axial benachbarten Schaufelanordnungen der Strömungsmaschine abgestimmt sind, dass die Laufschaufeln sämtlicher Schaufelanordnungen mit der Schleifscheibe der Schleifvorrichtung kollisionsfrei bearbeitet werden können. Entsprechend können beispielsweise die Laufschaufeln sämtlicher Stufen einer Turbine mit einer einzigen Schleifvorrichtung bearbeitet werden, wodurch Umrüstzeiten vermieden werden.

**[0013]** Bevorzugt werden an der Laufschaufel vorgesehene Kühlfluidbohrungen vor der Durchführung des Schrittes e) zumindest teilweise verschlossen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass während der Bearbeitung entstehender Schleifstaub innerhalb des abgeschirmten Bearbeitungsbereiches vorhandene Kühlfluidbohrungen zusetzt. Auch wird einem Verstopfen der Kühlfluidbohrungen entgegengewirkt, wenn Schleifstaub trotz der Abschirmeinrichtung und der Absaugung den abgeschirmten Bearbeitungsbereich verlassen sollte.

**[0014]** Das Verschließen von Kühlluftbohrungen erfolgt vorteilhaft unter Verwendung von Klebeband und/oder Wachs. Klebeband wird an denjenigen Stellen bevorzugt, die nicht mit der Abschirmeinrichtung in Kontakt kommen. Die Verwendung von Wachs bietet sich insbesondere im Bereich der Schaufelspitzen an, da Wachs bei Kontakt mit der Abschirmeinrichtung normalerweise nicht gelöst wird.

**[0015]** Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Schleifvorrichtung an einem auf einer Basisplatte angeordneten Kreuzschlitten in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegbar gehalten. Entsprechend kann die Schleifscheibe zur Bearbeitung der Schaufelspitze geeignet verfahren werden.

**[0016]** Bevorzugt wird die Basisplatte in Schritt b) an

dem Gehäuse der Strömungsmaschine befestigt. Entsprechend können ungewollte Relativbewegungen zwischen der Schleifscheibe und der zu bearbeitenden Laufschaufel ausgeschlossen und somit ein ordnungsgemäßes Arbeitsergebnis sichergestellt werden.

**[0017]** Zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ferner eine Schleifvorrichtung, insbesondere zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens, die eine Schleifscheibe, eine die Schleifscheibe einfassende Abschirmeinrichtung, die derart ausgebildet ist, dass sie den Bearbeitungsbereich während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung abschirmt, und eine Absaugung umfasst, die derart ausgebildet ist, dass sie während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung Schleifpartikel aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich absaugt.

**[0018]** Die Abschirmeinrichtung ist gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schleifvorrichtung in Form einer die Schleifscheibe ringförmig einfassenden Bürstenanordnung vorgesehen. Mit einer solchen Bürstenanordnung wurden sehr gute Ergebnisse erzielt.

**[0019]** Die Schleifvorrichtung ist erfindungsgemäß an einem auf einer Basisplatte angeordneten Kreuzschlitten in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegbar gehalten, wobei an der Basisplatte eine Befestigungseinrichtung vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass die Basisplatte an einem Gehäuse einer Strömungsmaschine lösbar befestigbar ist.

**[0020]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist:

Figur 1 eine schematische Vorderansicht einer Schleifvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 ein Ablaufdiagramm, das schematisch die Schritte eines unter Verwendung der in Figur 1 dargestellten Schleifvorrichtung durchgeführten Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Figur 3 eine schematische perspektivische Teilansicht einer Strömungsmaschine, die drei axial benachbart angeordnete Laufschaufelanordnungen bzw. Stufen bei abgehobenem oberem Gehäuseteil zeigt;

Figur 4 eine schematische vergrößerte perspektivische Teilansicht der in Figur 3 dargestellten Strömungsmaschine, die die Bearbeitung einer Schaufelspitze einer Laufschaufel der Strömungsmaschine unter Verwendung der in Figur 1 dargestellten Schleifvorrichtung zeigt; und

Figur 5 ein Ablaufdiagramm, das schematisch die

Schritte eines unter Verwendung der in Figur 1 dargestellten Schleifvorrichtung durchgeführten Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0021]** Figur 1 zeigt eine Schleifvorrichtung 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Schleifvorrichtung 1 umfasst eine Schleifscheibe 2, die über einen Antrieb 3 drehend angetrieben wird. Die Schleifscheibe 2 ist ringförmig durch eine Abschirmeinrichtung eingefasst, die vorliegend durch eine Bürstenanordnung 4 gebildet wird. Die Bürstenanordnung 4 umfasst eine Vielzahl flexibler Borsten, die auswärts über die Schleifscheibe 2 derart vorstehen, dass sie während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung 1 mit einem zu bearbeitenden Werkstück in Kontakt kommen. Ferner umfasst die Schleifvorrichtung 1 eine unterhalb der Schleifscheibe 2 angeordnete Absaugung 5, die während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung 1 Schleifpartikel aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich der Schleifvorrichtung 1 absaugt, der durch die Bürstenanordnung 4 definiert ist. Der Antrieb der Schleifscheibe 2 und die Absaugung 5 sind derart miteinander gekoppelt, dass der Antrieb bei Ausfall der Absaugung 5 automatisch abgeschaltet wird. Die Schleifvorrichtung 1 ist an einem auf einer Basisplatte 6 angeordneten Kreuzschlitten 7 in zwei zueinander senkrechten Richtungen in der Ebene der Basisplatte 6 bewegbar gehalten. Die Bewegung der Schleifvorrichtung 1 wird über eine nicht näher dargestellte Antriebs- einheit und eine zugeordnete Steuerung realisiert. Die Abmessungen und das Gewicht der Schleifvorrichtung 1 sind insgesamt derart gewählt, dass sich diese einfach verpacken und zum Betriebsort von Strömungsmaschinen transportieren lässt. Vorzugsweise ist die Schleifvorrichtung 1 tragbar ausgeführt.

**[0022]** Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, das unter Verwendung der in Figur 1 dargestellten Schleifvorrichtung 1 durchgeführt wird. Das Verfahren dient zur Optimierung eines vorbestimmten radialen Spaltmaßes von in einem Gehäuse einer Strömungsmaschine angeordneten Laufschaufeln und entsprechend zur Optimierung der Leistung der Strömungsmaschine.

**[0023]** Ausgangspunkt dieser erfindungsgemäßen Verfahrensvariante ist eine Strömungsmaschine, deren radiales Spaltmaß bzw. Leistung mit einem der eingangs beschriebenen bekannten Verfahren durch Kürzen der Laufschaufeln bereits eingestellt wurde. Aufgrund der Tatsache, dass die Laufschaufeln bei sämtlichen dieser Verfahren im ausgebauten Zustand bearbeitet werden, kann die Einstellung des radialen Spaltmaßes und entsprechend die Leistung der Strömungsmaschine weiter optimiert werden, wozu erfindungsgemäß die folgenden Schritte durchgeführt werden:

**[0024]** In einem ersten Schritt S1 wird ein Gehäuseteil der Strömungsmaschine unter zumindest teilweiser Freilegung von zu bearbeitenden Laufschaufeln entfernt. Fi-

gur 3 zeigt beispielhaft eine Teilansicht einer Strömungsmaschine 8 nach Durchführung des Schrittes S1. Die Strömungsmaschine 8 umfasst ein zweiteiliges Gehäuse mit einer unteren Gehäuseschale 9 und einer oberen Gehäuseschale, die auf die untere Gehäuseschale 9 aufgesetzt und im bestimmungsgemäßen Zustand entlang einer Teilfuge 10 fest mit dieser verschraubt ist. In dem in Figur 3 dargestellten Zustand ist die obere Gehäuseschale abgehoben, so dass die Laufschaufeln 11 der vorliegend drei Stufen 12, 13 und 14 aufweisenden Strömungsmaschine frei zugänglich sind.

**[0025]** In einem zweiten Schritt S2 werden Kühlfluidbohrungen der einzelnen Laufschaufeln 11 unter Verwendung von Klebeband 15 und/oder Wachs verschlossen, um zu verhindern, dass Schleifstaub während der Durchführung einer sich in Schritt S6 anschließenden Schleifbearbeitung die Kühlfluidbohrungen zusetzen kann. Klebeband 15 wird an denjenigen Stellen eingesetzt, die nicht mit der Bürstenanordnung 4 im Rahmen der Schleifbearbeitung in Kontakt kommen. An allen anderen Stellen, insbesondere im Bereich der Schaufelspitzen, wird hingegen Wachs eingesetzt, da sich dieses auch bei Kontakt mit der Bürstenanordnung 4 nicht ablöst.

**[0026]** In Schritt S3 wird die Schleifvorrichtung 1 im Bereich einer zu bearbeitenden Laufschaufel 11 der Stufe 12 derart angeordnet, dass die Spitze der Laufschaufel mit der Schleifscheibe 2 der Schleifvorrichtung 1 bearbeitet werden kann. Genauer gesagt wird die Basisplatte 6, auf der die Schleifvorrichtung 1 montiert ist, unter Verwendung von Schrauben 16 an der Teilfuge 10 der unteren Gehäuseschale 9 der Strömungsmaschine 8 befestigt, wie es in Figur 4 schematisch dargestellt ist. Entsprechend kann die Schleifscheibe 2 in Richtung der Pfeile 17 und 18 unter Verwendung des Kreuzschlittens 7 zur Bearbeitung der Laufschaufel 11 verfahren werden.

**[0027]** Sobald die Schleifscheibe 2 an die Spitze einer zu bearbeitenden Laufschaufel 11 in Richtung des Pfeils 18 herangefahren wird, kommen die Bürsten der Bürstenanordnung 4 mit der Laufschaufel 11 dichtend in Kontakt, wodurch entsprechend Schritt S4 der Bearbeitungsbereich derart abgeschirmt wird, dass während der Schleifbearbeitung einem Verlassen von Schleifstaub aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich entgegen gewirkt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass in Figur 4 die obere Bürstenreihe der Bürstenanordnung 4 nicht dargestellt ist, um den Blick auf die Schleifscheibe 2 freizugeben.

**[0028]** Mit Heranfahren der Schleifscheibe 2 an die Laufschaufel 11 wird entsprechend Schritt S5 auch automatisch die Absaugung 5 derart vorgesehen, dass sie während der Schleifbearbeitung Schleifstaub aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich absaugt.

**[0029]** In einem weiteren Schritt S6 wird nunmehr die Schaufelspitze der Laufschaufel 11 in situ unter Erzeugung des vorbestimmten optimierten Spaltmaßes geschliffen. Dank der Tatsache, dass die Schleifbearbeitung an der Laufschaufel 11 im bestimmungsgemäß

montierten Zustand durchgeführt wird, werden hierbei höchste Bearbeitungsgenauigkeiten erzielt. Während der Bearbeitung wird der Schleifstaub durch die Bürstenanordnung 4 daran gehindert, den abgeschirmten Bearbeitungsbereich zu verlassen, und unter Einsatz der Absaugung 5 aus dem Bearbeitungsbereich entfernt. Auf diese Weise wird einem Verschmutzen der Strömungsmaschine durch Schleifstaub effektiv entgegengewirkt. Sollte die Absaugung 5 während der Schleifbearbeitung ausfallen, so wird automatisch auch der Antrieb der Schleifscheibe 2 ausgeschaltet, da mangels Absaugung eine verschmutzungsfreie Bearbeitung nicht mehr gewährleistet werden kann.

**[0030]** In einem weiteren Schritt S7 wird die Stufe 12 derart gedreht, dass die Spitze einer weiteren Laufschaufel 11 mit der Schleifscheibe 2 der Schleifvorrichtung 1 bearbeitet werden kann, woraufhin erneut die Schritte S4 bis S6 durchgeführt werden. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sämtliche Laufschaufeln 11 der Stufe 12 in Bezug auf das Spaltmaß optimierend bearbeitet wurden.

**[0031]** Zur Bearbeitung einer Laufschaufel 11 der benachbarten Stufe 13 kann die Schleifscheibe 2 in Abhängigkeit von der Breite der Basisplatte 6 bzw. von der Länge des Kreuzschlittens 7 in Richtung des Pfeils 17 zur Stufe 13 verfahren werden. Alternativ kann die Basisplatte 6 natürlich auch entlang der Teilfuge 10 der Strömungsmaschine 8 manuell versetzt werden.

**[0032]** Die Abmessungen der Schleifvorrichtung 1 sind derart auf die Abstände zwischen den einzelnen Stufen 12, 13 und 14 abgestimmt, dass die Laufschaufeln 11 sämtlicher Stufen 12, 13 und 14 mit der Schleifscheibe 2 der Schleifvorrichtung 1 kollisionsfrei bearbeitet werden können. Mit anderen Worten ist die Breite der Schleifvorrichtung 1 derart gewählt, dass bei der Bearbeitung einer Laufschaufel 11 der Stufe 12 eine Kollision der Schleifvorrichtung 1 mit den radial über die Laufschaufeln 11 der Stufe 12 vorstehenden Laufschaufeln 11 der Stufe 13 nicht zu befürchten ist. Ebenso ist eine Bearbeitung der Laufschaufeln 11 der Stufe 13 möglich, ohne dass die Schleifvorrichtung 1 mit den Laufschaufeln 11 der Stufe 14 kollidiert.

**[0033]** Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, das dazu dient, nach einem Ersetzen von verschlissenen Laufschaufeln durch neue Laufschaufeln das ursprüngliche Spaltmaß wieder einzustellen. Verfahrensschritte dieser zweiten Variante, die Verfahrensschritten der unter Bezugnahme auf Figur 2 beschriebenen ersten Verfahrensvariante entsprechen, sind in Figur 5 der Einfachheit halber mit identischen Bezugszeichen versehen. Auf eine erneute Erläuterung dieser einander entsprechenden Verfahrensschritte wird nachfolgend verzichtet.

**[0034]** In Schritt S1 wird ein Gehäuseteil einer Strömungsmaschine unter zumindest teilweiser Freilegung von zu bearbeitenden Laufschaufeln der Strömungsmaschine entfernt, so dass sich beispielsweise eine Anord-

nung gemäß Figur 3 ergibt.

**[0035]** In einem darauffolgenden Schritt S8 werden zu ersetzende Laufschaufeln ausgebaut.

**[0036]** In einem weiteren Schritt S9 werden neue Laufschaufeln bereitgestellt, welche den verschlissenen Laufschaufeln ersetzen.

**[0037]** In Schritt S10 werden die Schaufelspitzen der in Schritt S9 bereitgestellten neuen Laufschaufeln im Rahmen einer Schleifbearbeitung vorbearbeitet. Diese Vorbearbeitung kann beispielsweise unter Verwendung einer Dummy-Radscheibe oder einer Einzelschaufel-schleifvorrichtung erfolgen, wie es eingangs im Zusammenhang mit den im Stand der Technik bekannten Verfahren bereits beschrieben wurde.

**[0038]** In Schritt S11 werden die vorbearbeitete Laufschaufeln als Ersatz für die in Schritt S8 entfernten Laufschaufeln eingebaut.

**[0039]** Daraufhin schließen sich die zuvor bereits beschriebenen Schritte S2, S3, S4, S5 und S6 an, um die vorbearbeiteten Laufschaufeln zur Wiederherstellung oder Optimierung des vorbestimmten radialen Spaltmaßes im Rahmen der Schleifbearbeitung ihrer Schaufelspitzen zu kürzen und auf Endabmessung zu bringen.

**[0040]** Die Vorbearbeitung der neuen Laufschaufeln in Schritt S10 im ausgebauten Zustand findet in erster Linie vor dem Hintergrund statt, dass die in Schritt S6 anfallende Schleifstaubmenge auf ein Minimum reduziert werden soll. Je weniger Schleifstaub in Schritt S6 anfällt, desto geringer ist die Gefahr eines Verschmutzens der Strömungsmaschine während der Durchführung der Schleifbearbeitung. In Schritt S6 wird also lediglich eine Feinbearbeitung durchgeführt.

**[0041]** Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Schritt S10 gemäß der vorliegenden Erfindung grundsätzlich auch entfallen und die gesamte Schleifbearbeitung der Laufschaufel spitzen in Schritt S6 durchgeführt werden kann.

**[0042]** Obwohl die Erfindung im Detail durch die Ausführungsformen näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Schleifvorrichtung (1), die eine Schleifscheibe (2), eine die Schleifscheibe (2) einfassende Abschirmeinrichtung, die derart ausgebildet ist, dass sie den Bearbeitungsbereich während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung (1) abschirmt, und eine Absaugung (5) umfasst, die derart ausgebildet ist, dass sie während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schleifvorrichtung (1) Schleifpartikel aus dem abgeschirmten Bearbeitungsbereich absaugt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Schleifvorrichtung (1) an einem auf einer Basisplatte (6) angeordneten Kreuzschlitten (7) in zwei zueinander senkrechten Richtungen (17, 18) bewegbar gehalten ist, und dass an der Basisplatte (6) eine Befestigungseinrichtung (16) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass die Basisplatte (6) an einem Gehäuse einer Strömungsmaschine lösbar befestigbar ist.

2. Schleifvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschirmeinrichtung in Form einer die Schleifscheibe ringförmig einfassenden Bürstenanordnung vorgesehen ist.

amovible le plateau (6) de base à une carcasse d'une turbomachine.

2. Dispositif (1) de meulage suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de protection est prévu sous la forme d'un agencement de brosses entourant annulairement la meule.

## Claims

1. Grinding device (1), comprising a grinding disk (2), a screening device which encloses the grinding disk (2) and is formed such that it screens off the machining region during the proper operation of the grinding device (1), and a suction extraction (5) which is formed such that it extracts grinding particles from the screened-off machining region during the proper operation of the grinding device (1), **characterized in that** the grinding device (1) is held on a compound slide (7) arranged on a base plate (6) so as to be movable in two mutually perpendicular directions (17, 18), and **in that** a fastening device (16) is provided on the base plate (6), which fastening device is formed such that the base plate (6) can be releasably fastened to a housing of a turbomachine.
2. Grinding device (1) according to Claim 1, **characterized in that** the screening device is provided in the form of a brush arrangement which encloses the grinding disk in annular fashion.

## Revendications

1. Dispositif (1) de meulage, qui comprend une meule (2), un dispositif de protection, qui entoure la meule (2) et qui est constitué de manière à protéger la zone opératoire pendant le bon fonctionnement du dispositif (1) de meulage, et une aspiration (5) qui est constituée de manière à aspirer, pendant le bon fonctionnement du dispositif (1) de meulage, des particules abrasifs de la zone opératoire protégée, **caractérisé en ce que** le dispositif (1) de meulage est maintenu mobile dans deux directions (17, 18) perpendiculaires entre elles sur un chariot (7) à mouvements croisés et monté sur un plateau (6) de base et **en ce qu'**il est prévu sur le plateau (6) de base un dispositif (16) de fixation, constitué de manière à pouvoir fixer de façon

FIG 1

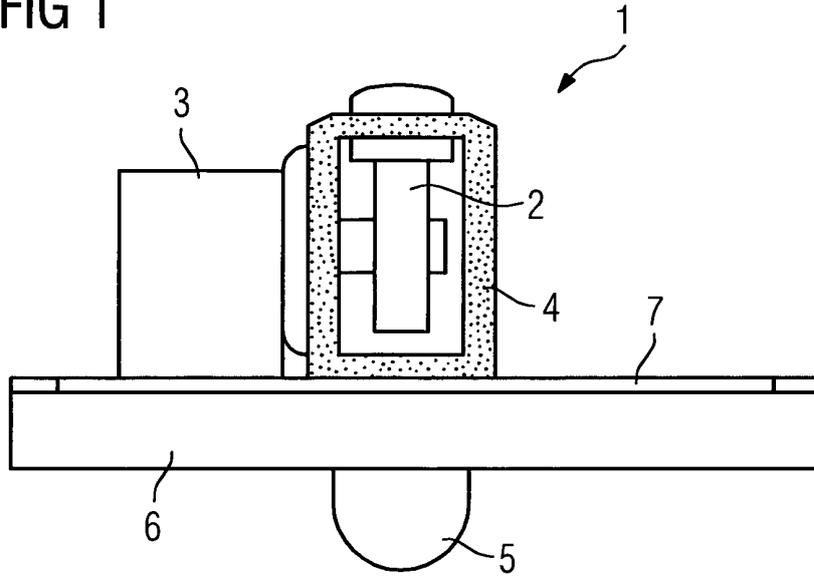


FIG 2

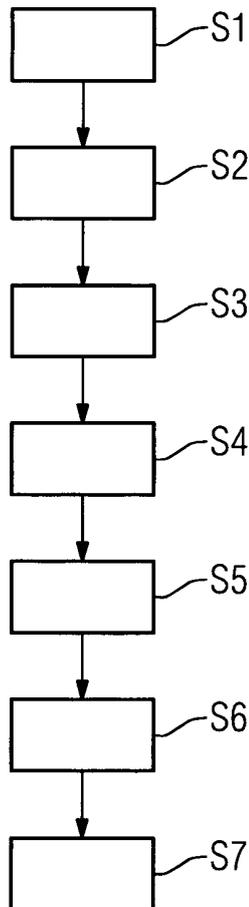


FIG 3

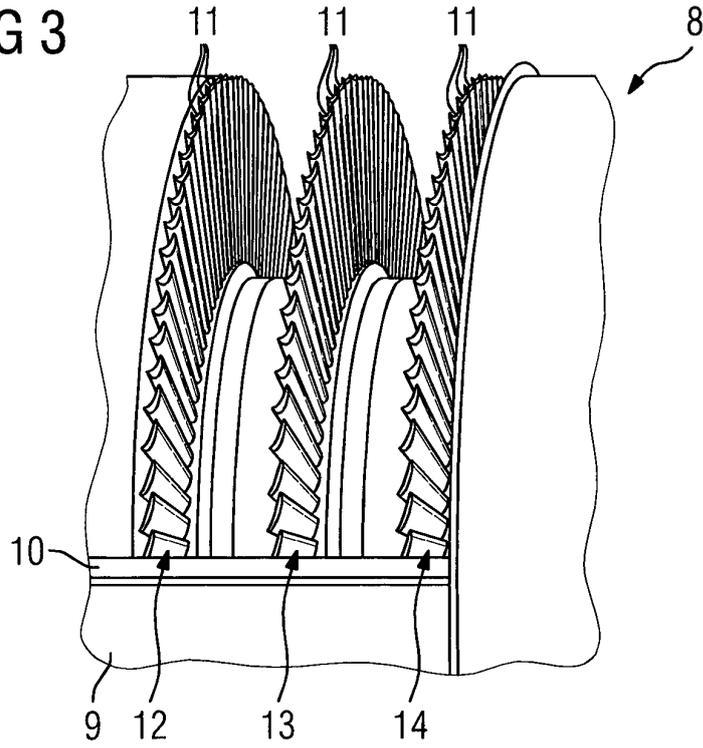


FIG 4

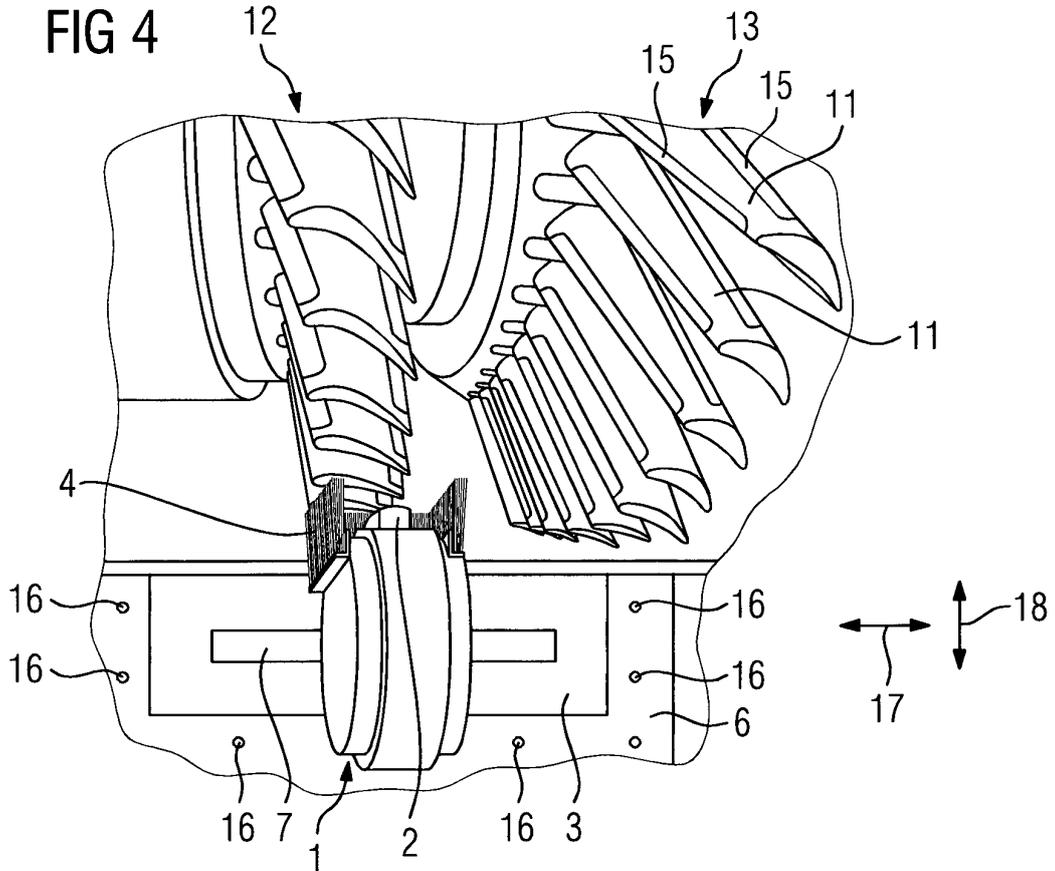
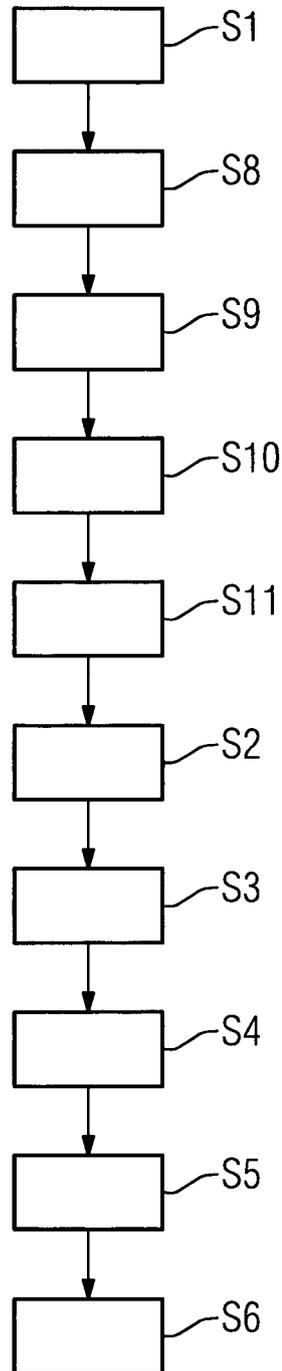


FIG 5



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19908708 A1 [0005]
- DE 29804858 U1 [0005]
- US 5704826 A [0005]
- DE 102008037429 A1 [0005]
- US 4501095 A [0005]