

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 196 624 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(51) Int Cl.:

F01D 5/14 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **09178286.2**(22) Anmeldetag: **08.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS(30) Priorität: **12.12.2008 CH 19572008**(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd****5400 Baden (CH)**

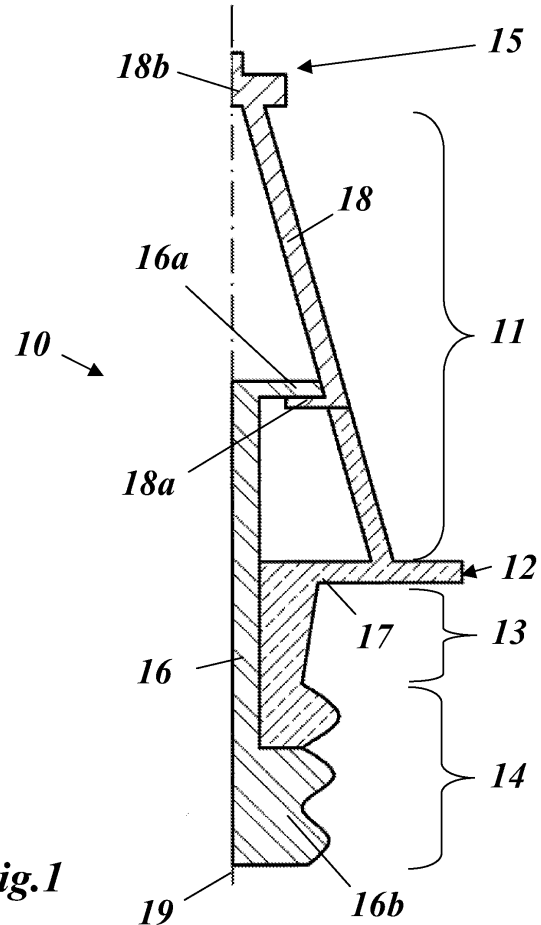
(72) Erfinder:

- Brandl, Herbert
D-79761, Waldshut-Tiengen (DE)
- Schofer, Sven
CH-4054, Basel (CH)
- Gerdes, Claus Paul
CH-5406, Rütihof (CH)
- Bossmann, Hans-Peter
D-79787, Lauchringen (DE)

(54) **Laufschaufel für eine Gasturbine**

(57) Eine Laufschaufel (10) für eine Gasturbine umfasst ein Schaufelblatt (11), eine Schaufelspitze (15), einen Schaufelfuss (14) und eine zwischen Schaufelspitze (15) und Schaufelfuss (14) ausgebildete Plattform (12), und ist aus mehreren Einzelteilen (16, 17, 18) zusammengesetzt, deren Material jeweils dem Einsatzzweck des betreffenden Einzelteils angepasst ist.

Bei einer solchen Laufschaufel wird eine vereinfachte Herstellung dadurch erreicht, dass jedes der Einzelteile (16, 17, 18) von den Abmessungen her deutlich kleiner ist als die zusammengesetzte Laufschaufel (10).

**Fig. 1**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinentechnik. Sie betrifft eine Laufschaufel für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ungeköhlte, hohle Turbinenlaufschaufeln werden üblicherweise aus einem Material gegossen. Es ist aber auch bekannt (US-B1-6,331,217), grosse Laufschaufeln einer Gasturbine aus mehreren separat gegossenen Schaufelteilen durch Liquid Phase Bonding zusammenzufügen. Hierbei wird entweder das Schaufelblatt in Schaufellängsrichtung geteilt (Fig. 3 der US-B1-6,331,217) oder das gesamte Schaufelblatt wird getrennt von der Plattform und dem Schaufelfuss hergestellt (Fig. 6 der US-B1-6,331,217). Dies führt gerade bei grossen Schaufeln dazu, dass trotz der Unterteilung grosse Gussstücke für das Schaufelblatt hergestellt und formschlüssig miteinander verbunden werden müssen.

[0003] Dasselbe gilt auch für die in der US-A1-2006/0120869 beschriebene Laufschaufel, die im Inneren der Schaufel einen in Längsrichtung durchgehenden Holm (12) aufweist, der im Bereich des Schaufelblattes aussen von einer aerodynamisch wirksamen Hülle (48) umschlossen ist. Eine ähnliches Konzept, bei dem die äussere Hülle mit einer Druckspannung vorgespannt wird, ist aus der US-A-4,473,336 bekannt. Schliesslich ist es aus der US-A-4,563,128 eine vergleichbare Konfiguration bekannt, bei der die äussere Hülle des Schaufelblattes aus einer Keramik besteht.

[0004] Mit der Steigerung der Wirkungsgrade und Effizienz von modernen Gasturbinenanlagen werden die Dimensionen der einzelnen Komponenten und somit der Laufschaufeln ebenfalls vergrössert. Dadurch können unter anderem erhebliche gewichtsbedingte Probleme im Einsatz sowie fertigungstechnische Schwierigkeiten beim Giessen grosser Bauteile auftreten.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Gasturbinen-Laufschaufel zu schaffen, die hinsichtlich ihres Gewichts optimiert ist, ohne dabei an Effizienz einzubüsen.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wesentlich für die Erfindung ist, dass die Schaufel aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt ist, deren Material jeweils dem Einsatzzweck des betreffenden Einzelteils angepasst ist, und dass jedes der Einzelteile von den Abmessungen her deutlich kleiner ist als die zusammengesetzte Laufschaufel.

[0007] Die Erfindung verfolgt damit den Gedanken, ei-

ne Gasturbinen-Laufschaufel aus mehreren, vergleichsweise kleinen Einzelteilen verschiedener Materialien zu bauen, deren Materialeigenschaften an die jeweiligen lokalen Belastungen angepasst werden können. Auf Grund der so möglichen Variation der Materialien offenbart sich ein deutliches Optimierungspotential hinsichtlich des Eigengewichtes, der Herstellbarkeit und Herstellkosten der Laufschaufel.

[0008] Die Erfindungsidee ist es also, die Gasturbinen-Laufschaufel aus mehreren Einzelteilen zu bauen, um somit gezielt Materialeigenschaften ausnutzen zu können und eventuelle grössenbedingte Herstellungsprobleme zu vermeiden. Eine klare Funktionstrennung der verschiedenen Teile soll erreicht werden. Dies geht mit den bekannten und genutzten Materialien mit einer relativ hohen Dichte einher. Dieser Zusammenhang ist mit der so genannten spezifischen Dichte darstellbar. Dies ist die Relation zwischen Materialfestigkeitswerten und deren Dichte.

[0009] Dafür können auch Materialien verwendet werden, die eine geringere Dichte aufweisen. Insgesamt können kleinere Bauteile fertigungstechnisch effizienter hergestellt werden, als ein grosses Bauteil. Durch den Zusammenbau der Schaufel aus materialoptimierten Einzelteilen können folgende Vorteile erzielt werden:

- Kostenreduktion
 - Flexiblere Materialauswahl durch Fertigung mehrerer Einzelteile
 - Effizientere Fertigung (höhere Ausbeute) durch Grössenreduktion der Gussteile
- Optimierte Materialauswahl
 - Korrosionsbeständige Hülle (u.U. aus Blechmaterial)
 - Zuganker mit hoher spezifischer Festigkeit
- Gewichtsreduktion durch teilweise Verwendung von Werkstoffen mit niedriger Dichte
- Der Zuganker kann tiefer in den Rotorkörper greifen (> 3 Zacken am Schaufelfuss oder "long shank")

[0010] Eine Ausgestaltung der Laufschaufel nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelteile zumindest teilweise durch Formschluss miteinander verbunden sind.

[0011] Eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemässen Schaufel zeichnet sich dadurch aus, dass die Einzelteile der Laufschaufel ein unteres Schaufelteil und ein in Schaufellängsrichtung daran anschliessendes oberes Schaufelteil umfassen, wobei das Schaufelblatt in Schaufellängsrichtung auf das untere und obere Schaufelteil aufgeteilt ist, das untere Schaufelteil die Plattform und zumindest einen Teil des Schaufelfusses mit umfasst, und das obere Schaufelteil die Schaufelspitze mit umfasst. Durch ein solches geteiltes Schaufelblatt

kann die Dimension der einzelnen Gussteile massgeblich reduziert werden

[0012] Eine weitere Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufnehmen der am oberen Schaufelteil angreifenden Fliehkräfte im Inneren der Laufschaufel ein sich in Schaufellängsrichtung erstreckender Zuganker angeordnet ist, dass der Zuganker mit seinem oberen Ende mit dem unteren Ende des oberen Schaufelteils in Eingriff steht, und dass der Zuganker mit seinem unteren Ende die Zugkräfte in den Schaufelfuss einleitet. Insbesondere weist der Zuganker einen Fussabschnitt auf, der einen Teil des Schaufelfusses bildet und mit dem der Zuganker das untere Schaufelteil hintergreift.

[0013] Gemäss einer anderen Ausgestaltung ist am oberen Schaufelteil ein nach innen abgewinkeltes erstes Winkelement angeordnet, wobei der Zuganker mit dem oberen Schaufelteil dadurch in Eingriff steht, dass er mit einem zweiten Winkelement hinter das erste Winkelement greift.

[0014] Der Zuganker kann aber auch aus mehreren in Schaufellängsrichtung parallel angeordneten Teilankern bestehen, wobei die Teilanker quer zur Schaufellängsrichtung voneinander beabstandet sind, und wobei der Abstand der Teilanker durch nachträglich einsetzbare Abstandshalter festgelegt wird.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0015] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Laufschaufel gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 den Längsschnitt durch eine zu Fig. 1 alternative Zugankeranordnung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0016] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine (gebaute) Laufschaufel gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Laufschaufel 10 der Fig. 1 besteht aus drei einzelnen Komponenten, nämlich einem oberen Schaufelteil 18, einem unteren Schaufelteil 17 und einem Zuganker 16. Die Laufschaufel 10 hat ein aerodynamisch wirksames Schaufelblatt 11, das sich in Schaufellängsrichtung zwischen einer Schaufelspitze 15 und einer Plattform 12 erstreckt. Das Schaufelblatt 11 ist in Längsrichtung aufgeteilt auf das obere Schaufelteil 18 und auf das untere Schaufelteil 17. Am oberen Ende des oberen Schaufelteils 18 ist ein Deckbandsegment 18b ausgebildet. Am unteren Ende des oberen Schaufelteils 18 ist ein nach innen vorspringendes erstes Winkelement 18a angeformt, hinter das der innen liegende Zuganker 16 mit einem an seinem oberen Ende angebrachten

zweiten Winkelement 16a greift und damit das obere Schaufelteil 18 gegen die auftretenden Fliehkräfte hält. Das obere Schaufelteil 18 ist so nur auf Zug belastet.

[0017] Das untere Schaufelteil 17 umfasst den unteren Teil des Schaufelblattes 11, die Plattform 12 einen Schaft 13 und einen Teil eines Schaufelfusses 14, der im gezeigten Beispiel ein tannenbaumartiges Randprofil (mit 3 Zacken) aufweist. Ein anderer Teil des Schaufelfusses 14 wird von einem Fussabschnitt 16b gebildet, mit dem der Zuganker 16 das untere Schaufelteil 17 hintergreift.

[0018] In der in Fig. 1 gezeigten Konfiguration müssen das obere Schaufelteil 18 und das untere Schaufelteil 17 eine deutlich höhere Temperatur- und Kriechbeständigkeit aufweisen als der innen liegende Zuganker 16. Entsprechend unterschiedlich können die verwendeten Materialien der Teile 17, 18 einerseits und des Teils 16 andererseits sein. Innerhalb der Schaufelhöhe variieren die Temperaturen jedoch so stark, dass sich auch für die beiden Schaufelteile 17 und 18 der Einsatz unterschiedlich angepasster Werkstoffe empfiehlt. Selbst der Zuganker 16 kann - wie in Fig. 1 durch die unterschiedliche Schraffur angedeutet ist - bei Bedarf in der Längsrichtung aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Er kann aber auch durchgehend aus einem Werkstoff gefertigt sein.

[0019] Der Zusammenbau einer erfindungsgemässen Laufschaufel kann auf unterschiedliche Weise erfolgen: Wenn der Zuganker 16 in Längsrichtung nicht in einer Mittelebene 19 geteilt ist, kann er beispielsweise um 90° verdreht von unten in das Schaufelinnere eingeführt und dann durch eine Drehung um 90° zurück in Eingriff mit dem Winkelement 18a am unteren Ende des oberen Schaufelteils 18 gebracht werden.

[0020] Es ist aber auch denkbar, gemäss Fig. 2 bei einer Laufschaufel 20 einen in Längsrichtung geteilten Zuganker 21 vorzusehen, der zwei spiegelsymmetrisch zueinander ausgebildete Teilanker 22 und 23 umfasst, die im eingebauten Zustand in Querrichtung voneinander beabstandet sind und durch entsprechende Abstandshalter 24 und 25 auf Abstand gehalten werden. Beim Zusammenbau der Laufschaufel 20 werden die beiden Teilanker 22, 23 zunächst ohne Abstandshalter 24, 25 und ohne Querabstand in das Schaufelinnere eingeschoben, bis die Teilanker 22, 23 mit ihren oberen Winkelementen 22b, 23b hinter die Winkelemente 18a des Schaufelblattes greifen können. Dann wird der obere (runde) Abstandshalter 25 von unten zwischen den beiden Teilankern nach oben geschoben, bis er die in Fig. 2 gezeigte Position erreicht hat und die beiden Teilanker 22, 23 in der eingehakten Stellung fixiert. Schliesslich wird am unteren Ende der untere Abstandshalter 24 zwischen die Teilanker 22, 23 eingeführt, so dass diese sich mit unteren Winkelementen von innen an einem Absatz am Schaufelfuss 14 abstützen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0021]

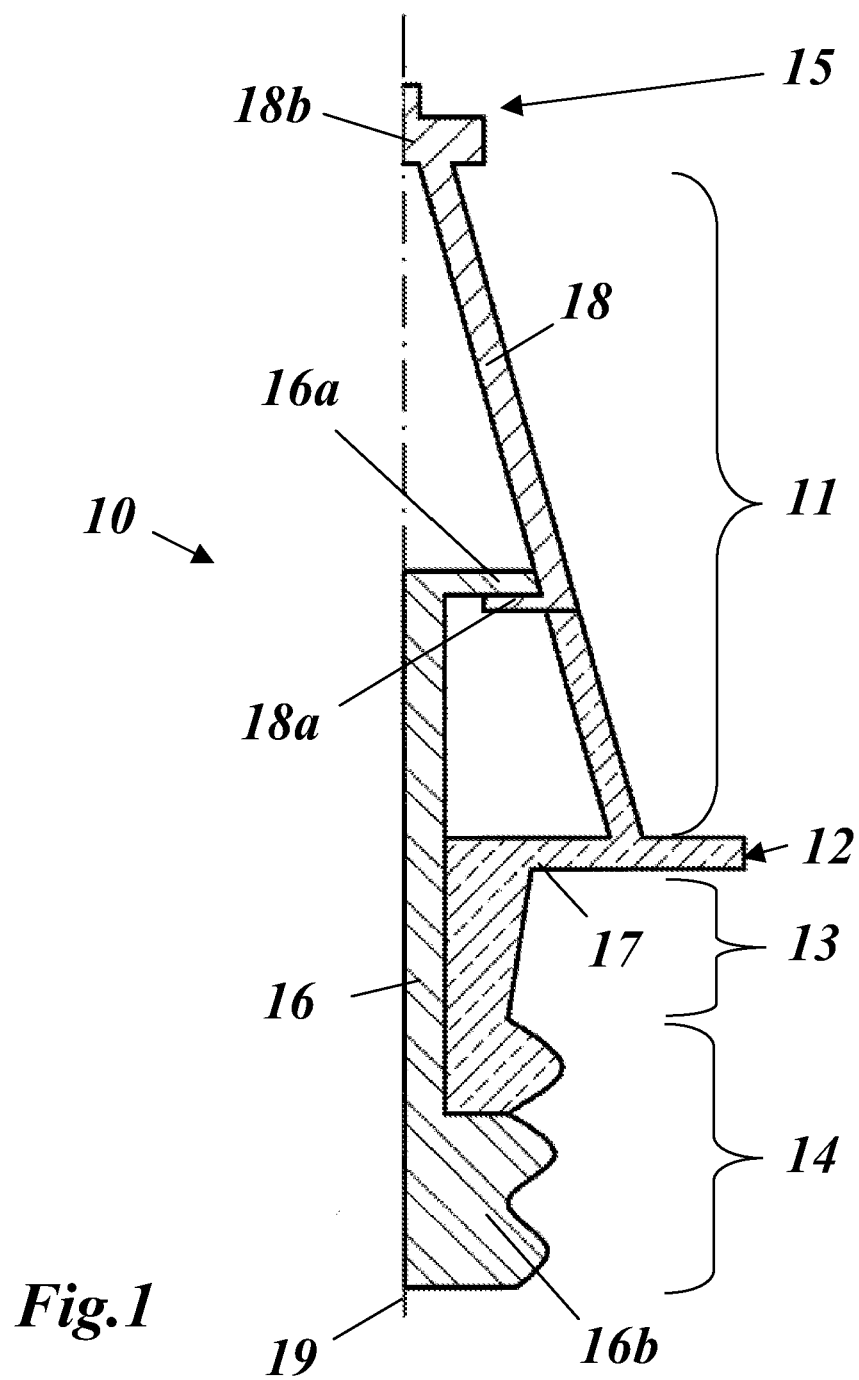
10,20	Laufschaufel (Gasturbine)
11	Schaufelblatt
12	Plattform
13	Schaft
14	Schaufelfuss
15	Schaufelspitze
16,21	Zuganker
16a	Winkelement
16b	Fussabschnitt
17	unterer Schaufelteil
18	oberer Schaufelteil
18a	Winkelement
18b	Deckbandsegment
19	Mittelebene
22,23	Teillanker
22a,23a	Winkelement (unten)
22b,23b	Winkelement (oben)
24,25	Abstandshalter

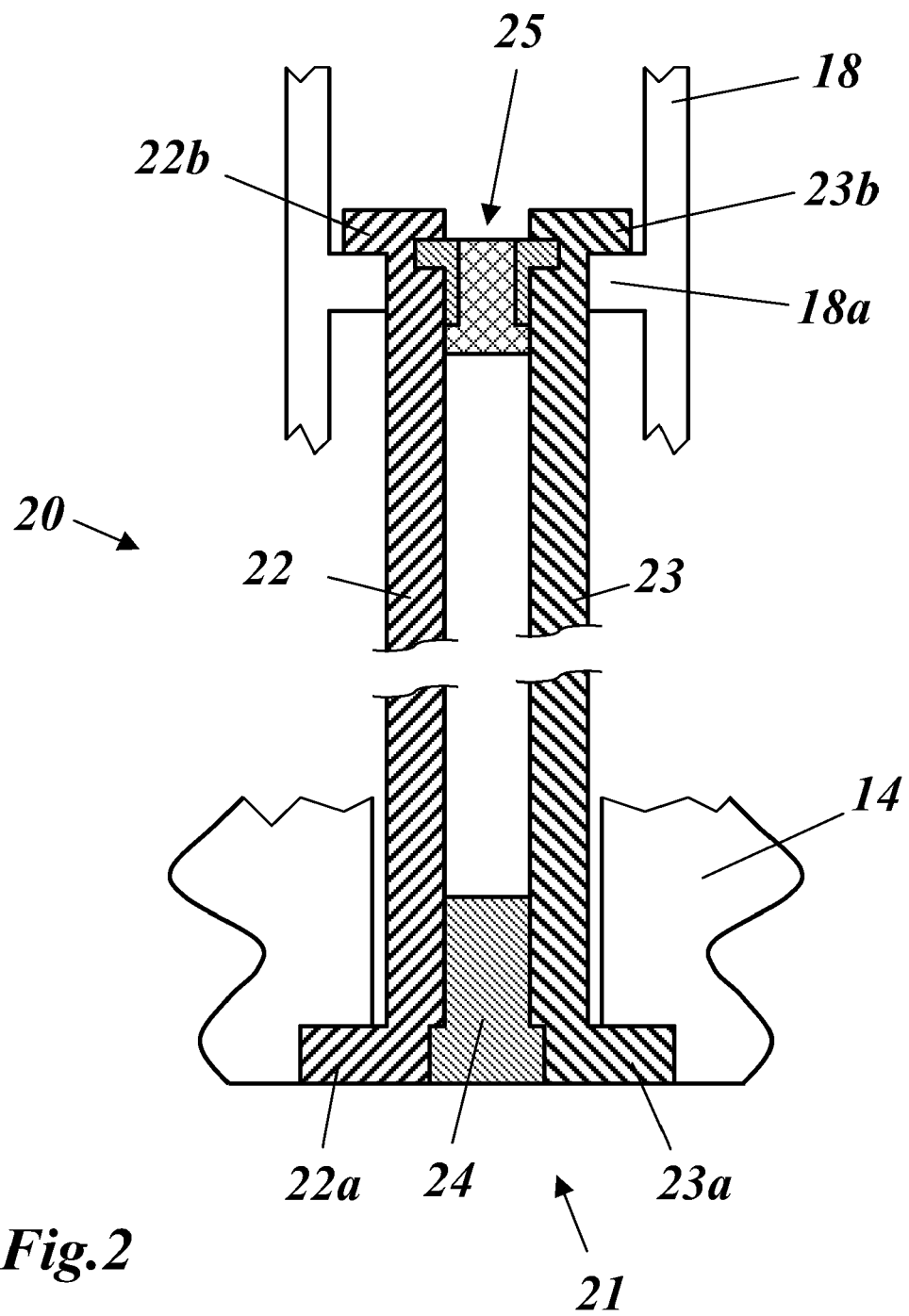
Patentansprüche

1. Laufschaufel (10, 20) für eine Gasturbine, welche Laufschaufel (10, 20) ein Schaufelblatt (11), eine Schaufelspitze (15), einen Schaufelfuss (14) und eine zwischen Schaufelspitze (15) und Schaufelfuss (14) ausgebildete Plattform (12) umfasst und aus mehreren Einzelteilen (16, 17, 18) zusammengesetzt ist, deren Material jeweils dem Einsatzzweck des betreffenden Einzelteils angepasst ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der Einzelteile (16, 17, 18) von den Abmessungen her deutlich kleiner ist als die zusammengesetzte Laufschaufel (10, 20).
2. Laufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelteile (16, 17, 18) zumindest teilweise durch Formschluss miteinander verbunden sind.
3. Laufschaufel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelteile (16, 17, 18) der Laufschaufel (10, 20) ein unteres Schaufelteil (17) und ein in Schaufellängsrichtung daran anschließendes oberes Schaufelteil (18) umfassen, wobei das Schaufelblatt (11) in Schaufellängsrichtung auf das untere und obere Schaufelteil (17 bzw. 18) aufgeteilt ist.
4. Laufschaufel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das untere Schaufelteil (17) die Plattform (12) und zumindest einen Teil des Schaufelfusses mit umfasst, und dass das obere Schaufelteil (18) die Schaufelspitze (15) mit umfasst.
5. Laufschaufel nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufnehmen der am oberen Schaufelteil (18) angreifenden Fliehkräfte im Inneren der Laufschaufel (10, 20) ein sich in Schau-

fellängsrichtung erstreckender Zuganker (16, 21) angeordnet ist, dass der Zuganker (16, 21) mit seinem oberen Ende mit dem unteren Ende des oberen Schaufelteils (18) in Eingriff steht, und dass der Zuganker (16, 21) mit seinem unteren Ende die Zugkräfte in den Schaufelfuss (14) einleitet.

6. Laufschaufel nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (16) einen Fussabschnitt (16b) aufweist, der einen Teil des Schaufelfusses (14) bildet.
7. Laufschaufel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (16) mit dem Fussabschnitt (16b) das untere Schaufelteil (17) hintergreift.
8. Laufschaufel nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** am oberen Schaufelteil (18) ein nach innen abgewinkeltes erstes Winkelement (18a) angeordnet ist, und dass der Zuganker (14, 21) mit dem oberen Schaufelteil (18) dadurch in Eingriff steht, dass er mit einem zweiten Winkelement (16a, 22b, 23b) hinter das erste Winkelement (18a) greift.
9. Laufschaufel nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (21) aus mehreren in Schaufellängsrichtung parallel angeordneten Teilankern (22, 23) besteht.
10. Laufschaufel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilanker (22, 23) quer zur Schaufellängsrichtung voneinander beabstandet sind, und dass der Abstand der Teilanker (22, 23) durch nachträglich einsetzbare Abstandshalter (24, 25) festgelegt wird.







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 17 8286

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	NL 7 905 608 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 12. Februar 1980 (1980-02-12) * Abbildungen 3A,3B *	1-3,5-6,8	INV. F01D5/14
X,D	US 2006/120869 A1 (WILSON JACK W [US] ET AL) 8. Juni 2006 (2006-06-08) * Abbildungen 5,6 *	1-6,8	
X	US 4 786 234 A (READNOUR JACK L [US]) 22. November 1988 (1988-11-22) * Abbildung 6 *	1-2	
X	EP 1 905 954 A (SIEMENS AG [DE]) 2. April 2008 (2008-04-02) * Abbildungen 1,2 *	1-2	
X	FR 2 463 849 A (ONERA (OFF NAT AEROSPATIALE) [FR]) 27. Februar 1981 (1981-02-27) * Abbildungen 1,3 *	1-2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		5. Februar 2010	
		Prüfer	
		Angelucci, Stefano	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 09 17 8286

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
NL 7905608 A	12-02-1980	DE 2834843 A1	26-06-1980
		FR 2433098 A1	07-03-1980
		GB 2027496 A	20-02-1980
		IT 1122732 B	23-04-1986
		SE 7905910 A	10-02-1980

US 2006120869 A1	08-06-2006	US 2008260538 A1	23-10-2008
		US 2009193657 A1	06-08-2009

US 4786234 A	22-11-1988	KEINE	

EP 1905954 A	02-04-2008	KEINE	

FR 2463849 A	27-02-1981	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- US 6331217 B1 [0002]
- US 20060120869 A1 [0003]
- US 4473336 A [0003]
- US 4563128 A [0003]