

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 999 349 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(51) Int Cl. 7: F01D 25/24, F01D 9/04

(21) Anmeldenummer: 99810971.4

(22) Anmeldetag: 27.10.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 04.11.1998 DE 19850732

(71) Anmelder: Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: Phillipsen, Bent
5406 Rüthihof (CH)

(74) Vertreter: Liebe, Rainer et al
ABB Business Services Ltd.,
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(54) Axialturbine

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, eine Axialturbine mit einem verbesserten Wirkungsgrad zu schaffen. Zudem sollen die Montage- bzw. Demontagemöglichkeiten erweitert werden.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Trennfuge (17) vom Außenring (12) des Düsenrings (15) zur Abdeckung (8) laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite (19) des Axialspaltes (18) verlaufenden, gedachten Ebene (20) angeordnet ist.

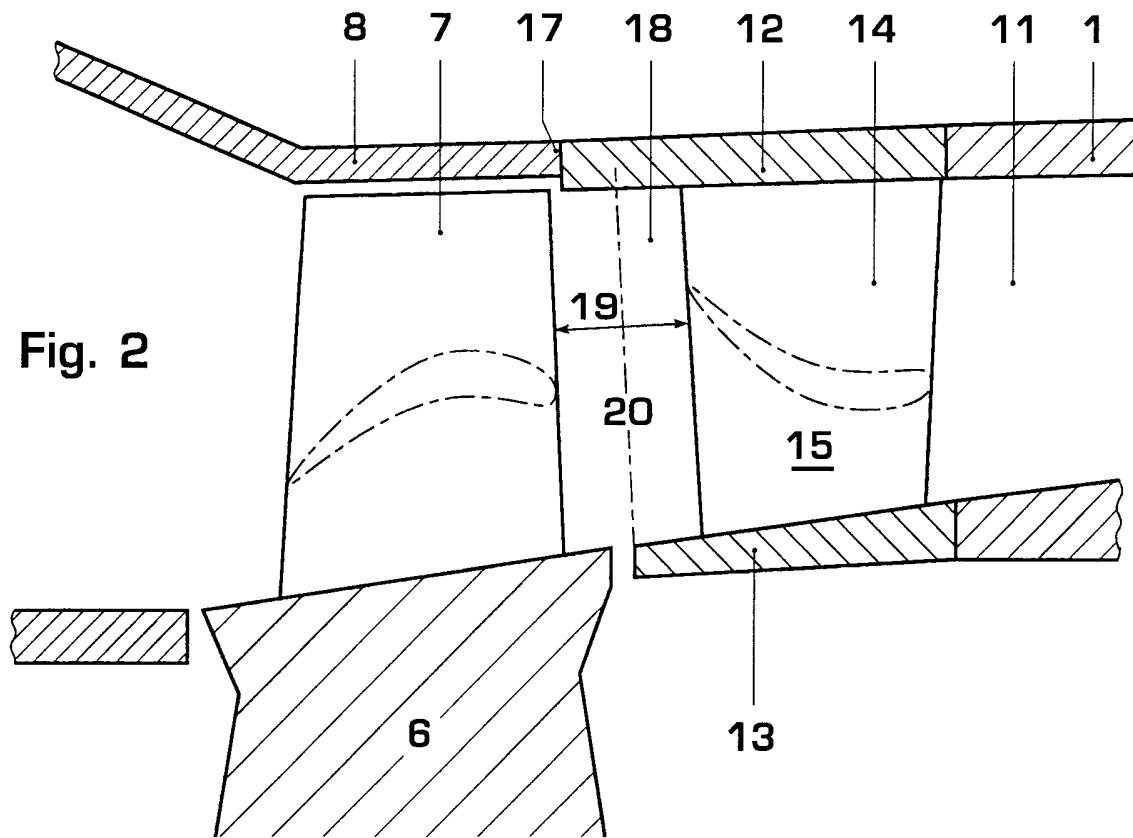


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Axialturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Wesentliche Komponenten der Axialturbinen von Strömungsmaschinen sind der Rotor mit den Laufschaufeln, der Düsenring und die Abdeckung für die Laufschaufeln. Durch unvermeidliche Fertigungs- und Montagetoleranzen entstehen im Strömungskanal solcher Axialturbinen kleine Unstetigkeiten, welche eine Reduktion des Wirkungsgrades zur Folge haben.

[0003] Aus der EP 806 547 A1 ist eine Axialturbine eines Abgasturboladers bekannt, welche beim Betrieb der mit ihr verbundenen Brennkraftmaschine relativ hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Somit entstehen in den turbinenseitigen Bauteilen, wie z.B. dem Gaseintrittgehäuse, dem Düsenring, der Abdeckung und dem Gasaustrittgehäuse grosse thermische Spannungen. Da jedes dieser Bauteile einen anderen Abstand zur Brennkraftmaschine besitzt und zudem unterschiedliche Materialien verwendet werden, differieren die Bauteiltemperaturen entsprechend. Die Folge sind unterschiedliche Wärmedehnungen mit Relativbewegungen zwischen den einzelnen Komponenten, welche zu Schraubenbrüchen, Gasleckagen und Bauteilrissen führen können. Deshalb spielt die Ausbildung und Anordnung der Trennstellen von Gaseintrittgehäuse, Gasaustrittgehäuse, Düsenring und Abdeckung eine wesentliche Rolle für die Funktionsfähigkeit der Axialturbine und damit des Abgasturboladers.

[0004] Besonders kritisch hinsichtlich Wärmedehnungen ist der zumeist gegossene Düsenring, welcher zwischen den feststehenden Gehäuseteilen und den rotierenden Laufschaufeln einer Axialturbine angeordnet ist. Mit der EP 806 548 A1 ist eine Lösung zur einfachen und sicheren Befestigung des Düsenrings bekannt. Dazu liegt der Düsenring mit seinem Aussenring an der Abdeckung und mit seinem Innenring am Gaseintrittgehäuse an. Zwischen dem Aussenring und dem Gaseintrittgehäuse ist ein axialer sowie zwischen dem Aussenring und dem Gasaustrittgehäuse ein radialer Dehnungsspalt ausgebildet.

[0005] Es hat sich jedoch gezeigt, dass insbesondere auch bei Unstetigkeiten im Übergangsbereich vom Aussenring des Düsenrings zur Abdeckung, welche neben den bereits oben beschriebenen Fertigungs- und Montagetoleranzen auch Wärmedehnungen als Ursache haben, mit einer entsprechenden Verschlechterung des Wirkungsgrades zu rechnen ist.

[0006] Aus Dejc & Trojanovskij "Untersuchung und Berechnung axialer Turbinenstufen", VEB Verlag Technik, Berlin, 1973, S. 452 (Bild 7.32, II) ist zudem eine Vorrichtung zur Reduktion der durch das Radialspiel der

Turbinschaufeln hervorgerufenen Spaltverluste bekannt. Dazu werden die Laufschaufeln gestuft zu den im Düsenring zusammengefassten Leitschaufeln angeordnet und weisen eine positive Überdeckung auf, d.h. im Bereich der Laufschaufeln ist die Innenkontur der Abdeckung radial weiter ausserhalb als im Bereich der Leitschaufeln angeordnet.

[0007] Eine solche Konfiguration hat jedoch bei der Demontage den Nachteil, dass die Axialturbine lediglich entgegengesetzt zum Düsenring und nicht in beide Richtungen verschoben werden kann.

Darstellung der Erfindung

[0008] Die Erfindung versucht alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialturbine mit einem verbesserten Wirkungsgrad zu schaffen. Zudem sollen die Montage- bzw. Demontagemöglichkeiten erweitert werden.

[0009] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einer Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, die Trennfuge vom Aussenring des Düsenringes zur Abdeckung laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite des Axialspaltes verlaufenden, gedachten Ebene angeordnet ist.

[0010] Dadurch wird der Aussenring des Düsenringes in Richtung der Laufschaufeln verlängert, so dass der Strömungskanal über den grössten Teil der Spaltweite des Axialspaltes keinerlei Unstetigkeit aufweist. Damit kann eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse und des Wirkungsgrades der Axialturbine erzielt werden.

[0011] Besonders vorteilhaft ist die Trennfuge von Aussenring und Abdeckung unmittelbar stromauf der Laufschaufeln angeordnet. In diesem Fall ist nahezu die gesamte Spaltweite des Axialspaltes ohne Unstetigkeiten ausgebildet, wodurch eine weitere Steigerung des Wirkungsgrades der Axialturbine ermöglicht wird.

[0012] Es ist besonders zweckmässig, wenn zudem die Innenkontur der Abdeckung radial ausserhalb der Innenkontur des Aussenringes angeordnet ist. In diesem Fall entsteht eine Stufe mit einer sogenannten positiven Schaufelüberdeckung, welche ein Überströmen der Laufschaufeln in deren stromaufwärtigen Bereich verringert und in Kombination mit der deutlich reduzierten Unstetigkeit zu einer überproportionalen Steigerung des Wirkungsgrades führen kann.

[0013] Infolge der Anordnung der Trennfuge von Aussenring und Abdeckung unmittelbar stromauf der Laufschaufeln ist im Bereich der Leitschaufeln keine Überdeckung der Laufschaufeln durch die Abdeckung nach radial innen erforderlich. Diese Überdeckung und damit die Erzeugung der erforderlichen Stufe wird nunmehr vom Aussenring des Düsenringes übernommen, welcher seinerseits die Innenkontur der Abdeckung der Laufschaufeln nach radial innen überragt. Trotz Verwendung einer solchen vorteilhaften Schaufelüberdeckung kann die Axialturbine daher nach Entfernen des

Düsenringes beidseitig demontiert werden, was bisher nicht möglich war.

[0014] Ferner ist es vorteilhaft, wenn das mit einer Druckseite, einer Saugseite und mit einer Schaufel spitze ausgestattete Schaufelprofil jeder Laufschaufel derart ausgebildet ist, dass an der Schaufel spitze eine das Schaufelprofil zumindest druckseitig überragende Konsole angeordnet ist. Durch die sich im Bereich der Konsole ausbildenden Wirbel kann das dem Wirkungsgrad abträgliche Überströmen der Schaufel spitze deutlich verringert werden.

[0015] Schliesslich ist an der Schaufel spitze mit Vorteil ein die Konsole in Richtung der Abdeckung überragender Steg angeordnet. Dieser Steg verringert die Spaltverluste im zwischen den Laufschaufeln und der Abdeckung ausgebildeten Radialschlitz.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0016] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Axialturbine eines Abgasturboladers dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt einer Axialturbine des Standes der Technik;
- Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt aus Fig. 1, mit der erfindungsgemässen Ausbildung des Düsenringes;
- Fig. 3 eine Darstellung gemäss Fig. 2, jedoch in einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 einen Schnitt durch eine Laufschaufel entlang der Linie IV-IV in Fig. 3.

[0017] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise die Verdichterseite des Abgasturboladers sowie die Verbindung zur Brennkraftmaschine. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0018] Die in Fig. 1 als Stand der Technik dargestellte Axialturbine eines Abgasturboladers weist ein von einem Gaseintritts- und einem Gasaustrittsgehäuse 1, 2 gebildetes Turbinengehäuse 3 auf, welches mittels Schrauben ausgebildeter Verbindungselemente 4 zusammengehalten wird. Im Turbinengehäuse 3 ist ein von einer Welle 5 getragener Rotor 6 mit Laufschaufeln 7 angeordnet. Der Rotor 6 wird nach aussen von einer als Diffusor ausgebildeten Abdeckung 8 begrenzt, welche ihrerseits über einen Flansch 9 und mittels Schrauben 10 am Gasaustrittsgehäuse 2 befestigt ist. Zwischen dem Rotor 6 und dem Turbinengehäuse 3 ist ein Strömungskanal 11 ausgebildet, welcher die Abgase eines nicht dargestellten, mit dem Abgasturbolader verbundenen Dieselmotors aufnimmt und zu den Laufschaufeln 7 des Rotors 6 weiterleitet. Natürlich kann auch eine an-

dere Brennkraftmaschine mit dem Abgasturbolader verbunden sein.

[0019] Stromauf der Laufschaufeln 7 ist im Strömungskanal 11 ein aus einem Aussenring 12, einem Innenring 13 sowie einer Anzahl dazwischen ausgebildeter Leitschaufeln 14 bestehender und als Gussteil ausgebildeter Düsenring 15 angeordnet. Letzterer ist axial zwischen der Abdeckung 8 und dem Gaseintrittsgehäuse 1 verspannt sowie radial innerhalb des Gasaustritts gehäuses 2 angeordnet. Dazu liegt der Düsenring 15 mit seinem Aussenring 12 an der Abdeckung 8 und mit seinem Innenring 13 am Gaseintrittsgehäuse 1 an. Der Innenring 13 ist mittels mehreren als Stifte ausgebildeten Positionierlementen 16 verdrehssicher am Gaseintritts gehäuse 1 abgestützt. Zwischen dem Aussenring 12 des Düsenringes 15 und der Abdeckung 8 ist eine Trennfuge 17 ausgebildet (Fig. 1). Natürlich kann der Düsenring 15 auch aus anderen Materialien, wie beispielsweise aus Blech- oder Stahlprofilen gefertigt werden oder aus Keramik bestehen.

[0020] In Fig. 2 ist ein vergrösserter Ausschnitt von Fig. 1 dargestellt, welcher ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Zwischen den Laufschaufeln 7 und den Leitschaufeln 14 der Axialturbine ist ein Axialspalt 18 mit einer Spaltweite 19 ausgebildet. Die Trennfuge 17 des Aussenringes 12 des Düsenringes 15 und der Abdeckung 8 ist laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite 19 des Axialspaltes 18 verlaufenden, gedachten Ebene 20 angeordnet. Dargestellt ist eine vorteilhafte Anordnung, mit einer unmittelbar stromauf der Laufschaufeln 7 angeordneten Trennfuge 17.

[0021] Beim Betrieb des Dieselmotors gelangen dessen heisse Abgase über das Gaseintrittsgehäuse 1 bzw. den darin angeordneten Strömungskanal 11 zum Rotor 6 der Axialturbine. Dabei hat der Düsenring 15 die Aufgabe, die Abgase optimal auf die Laufschaufeln 7 des Rotors 6 zu leiten. Der somit angetriebene Rotor 6 sorgt seinerseits für den Antrieb des mit ihm verbundenen, nicht dargestellten Verdichters. Die im Verdichter komprimierte Luft wird zur Aufladung, d.h. zur Leistungssteigerung des Dieselmotors eingesetzt.

[0022] Durch die erfindungsgemäss Anordnung der Trennfuge 17 unmittelbar stromauf der Laufschaufeln 7 und den dazu entsprechend verlängerten Aussenring 12, werden die auf Fertigungs- und Montagetoleranzen zurückzuführenden Unstetigkeiten nahezu im gesamten Bereich des Axialspaltes 18 deutlich reduziert. Deshalb können die in die Axialturbine einströmenden Abgase weitgehend ungestört über den Düsenring 15 zu den Laufschaufeln 7 gelangen, was letztlich eine Erhöhung des Wirkungsgrades zur Folge hat.

[0023] In einem zweiten Ausführungsbeispiel weisen sowohl die Abdeckung 8 der Laufschaufeln 7 als auch der Aussenring 12 des Düsenringes 15 eine Innenkontur 21, 22 auf, wobei die Innenkontur 21 der Abdeckung 8 radial ausserhalb der Innenkontur 22 des Aussenringes 12 angeordnet ist (Fig. 3). Dadurch entsteht eine Stufe mit einer sogenannten positiven Schaufelüber-

deckung, welche das Überströmen der Laufschaufeln 7 in deren stromaufwärtigen Bereich verringert. Die aus dem Stand der Technik bekannte, im Bereich der Leitschaufeln 14 nach radial innen erfolgende Überdeckung der Laufschaufeln 7 durch die Abdeckung 8 wird nunmehr vom Außenring 12 des Düsenringes 15 übernommen. Daher kann die Axialturbine, trotz Verwendung einer solchen vorteilhaften Schaufelüberdeckung, nach Entfernen des Düsenringes 15 beidseitig demontiert werden, was bisher nicht möglich war.

[0024] Weiterhin ist in Fig. 3 ein Schaufelprofil 23 der Laufschaufel 7 dargestellt, welches eine Druckseite 24, eine Saugseite 25 und eine Schaufel spitze 26 aufweist. An der Schaufel spitze 26 sind eine das Schaufelprofil 23 sowohl druck- als auch saugseitig überragende Konsole 27 und ein die Konsole 27 in Richtung der Abdeckung 8 überragender Steg 28 angeordnet (Fig. 4).

[0025] Durch die Konsole 27 wird das dem Wirkungsgrad abträgliche Überströmen der Schaufel spitze 26 deutlich verringert. Zudem verringert der Steg 28 eventuelle Spaltverluste im zwischen den Laufschaufeln 7 und der Abdeckung 8 ausgebildeten Radialspalt 29.

Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | Gaseintrittgehäuse |
| 2 | Gasaustrittgehäuse |
| 3 | Turbinengehäuse |
| 4 | Verbindungselement, Schraube |
| 5 | Welle |
| 6 | Rotor |
| 7 | Laufschaufel |
| 8 | Abdeckung, Diffusor |
| 9 | Flansch |
| 10 | Schraube |
| 11 | Strömungskanal |
| 12 | Außenring |
| 13 | Innenring |
| 14 | Leitschaufel |
| 15 | Düsenring |
| 16 | Positionierlement, Stift |
| 17 | Trennfuge |
| 18 | Axialspalt |
| 19 | Spaltweite |
| 20 | Ebene, in halber Spaltweite |
| 21 | Innenkontur, von 8 |
| 22 | Innenkontur, von 12 |
| 23 | Schaufelprofil |
| 24 | Druckseite |
| 25 | Saugseite |
| 26 | Schaufel spitze |
| 27 | Konsole |
| 28 | Steg |
| 29 | Radialspalt |

Patentansprüche

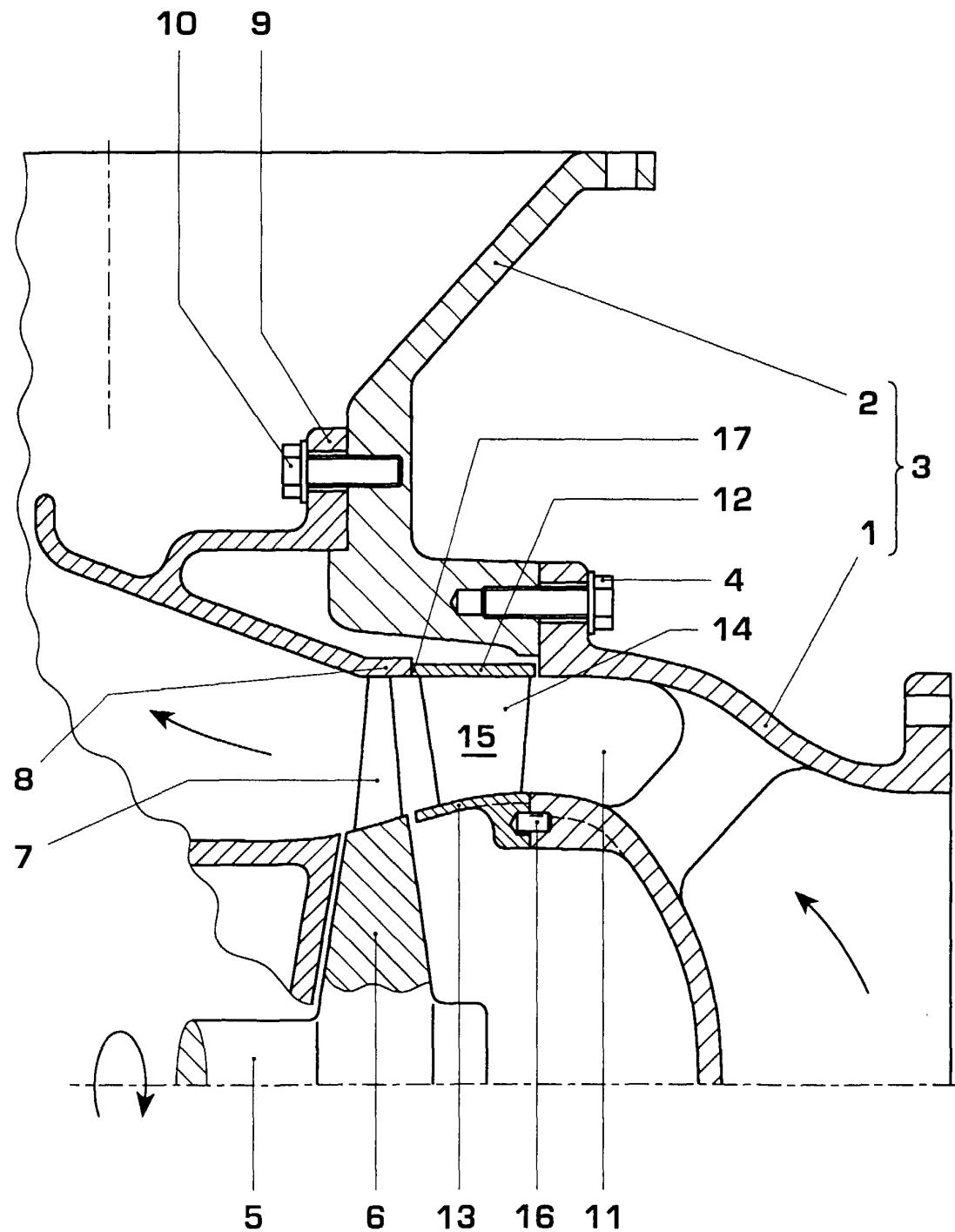
1. Axialturbine mit einem eine Anzahl Laufschaufeln (7) tragenden Rotor (6), mit einem stromauf der Laufschaufeln (7) angeordneten, aus einem Außenring (12), einem Innenring (13) und aus einer Anzahl dazwischen angeordneter Leitschaufeln (14) bestehenden Düsenring (15), mit einem zwischen den Laufschaufeln (7) und den Leitschaufeln (14) ausgebildeten, eine Spaltweite (19) aufweisenden Axialspalt (18) und mit einer die Laufschaufeln (7) nach aussen begrenzenden Abdeckung (8), wobei zwischen dem Außenring (12) des Düsenringes (15) und der Abdeckung (8) eine Trennfuge (17) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennfuge (17) von Außenring (12) und Abdeckung (8) laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite (19) des Axialspaltes (18) verlaufenden, gedachten Ebene (20) angeordnet ist.
2. Axialturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennfuge (17) von Außenring (12) und Abdeckung (8) unmittelbar stromauf der Laufschaufeln (7) angeordnet ist.
3. Axialturbine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Abdeckung (8) als auch der Außenring (12) eine Innenkontur (21, 22) aufweisen, wobei die Innenkontur (21) der Abdeckung (8) radial ausserhalb der Innenkontur (22) des Außenringes (12) angeordnet ist.
4. Axialturbine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jede Laufschaufel (7) ein Schaufelprofil (23) mit einer Druckseite (24), einer Saugseite (25) und mit einer Schaufel spitze (26) aufweist, wobei an der Schaufel spitze (26) eine das Schaufelprofil (23) zumindest druckseitig überragende Konsole (27) angeordnet ist.
5. Axialturbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass an der Schaufel spitze (26) ein die Konsole (27) in Richtung der Abdeckung (8) überragender Steg (28) angeordnet ist.

45

50

55

Stand der Technik



Figur 1

