

(19)



(11)

EP 2 245 275 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.04.2015 Patentblatt 2015/15

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 ^(2006.01) **F01D 9/02** ^(2006.01)
F01D 5/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08869779.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/064594

(22) Anmeldetag: **28.10.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/086959 (16.07.2009 Gazette 2009/29)

(54) **LEITSCHAUFEL EINER VARIABLEN TURBINENGEOMETRIE EINES TURBOLADERS**
 ADJUSTABLE GUIDE VANE OF A TURBINE OF A TURBOCHARGER
 AUBE DIRECTRICE D'UNE TURBINE À GÉOMÉTRIE VARIABLE DE TURBOCHARGEUR

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

- **DETMANN, Tobias**
19303 Rüterberg (DE)
- **FÄTH, Holger**
67136 Fussgönheim (DE)
- **KAUFMANN, Andre**
93105 Tegernheim (DE)

(30) Priorität: **11.01.2008 DE 102008004014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 056 669 EP-A- 0 659 979
EP-A- 1 731 716 WO-A-2005/064121
CH-A- 351 065 DE-A1- 4 238 550
DE-A1- 10 255 389 DE-B- 1 096 536
DE-C- 522 531

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH**
30165 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
 • **BÖNING, Ralf**
67829 Reiffelbach (DE)

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).

EP 2 245 275 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitschaufel für eine variable Turbinengeometrie eines Turboladers.

[0002] Ein Turbolader besteht im Allgemeinen aus einer Abgasturbine im Abgasstrom, die über eine Welle mit einem Verdichter im Ansaugtakt verbunden ist. Dabei wird die Turbine vom Abgasstrom des Motors in Rotation versetzt und treibt so den Verdichter an. Über den Verdichter wird hierbei der Druck im Ansaugtakt des Motors erhöht, so dass während des Ansaugtaktes eine größere Menge Luft in den Zylinder gelangt als bei einem Saugmotor. Auf diese Weise steht mehr Sauerstoff zur Verbrennung einer entsprechend größeren Kraftstoffmenge zur Verfügung.

[0003] Bei herkömmlichen Turboladern wird der Ladedruck, wenn notwendig, dadurch begrenzt, dass mit einem Abblasventil bzw. Bypass oder Wastegate das heiße Abgas zum Teil an der Turbine vorbeigeführt und damit die Leistung der Turbine reduziert wird. Dafür wird die Turbine so groß ausgelegt, dass sie schon weit unterhalb des Nennarbeitspunktes des Motors gut arbeitet.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind des Weiteren Turbolader bekannt, die mit einer variablen Turbinengeometrie VTG versehen sind, um die Leistungsabgabe und das Ansprechverhalten an unterschiedliche Betriebsbedingungen, wie beispielsweise Lastwechsel, besser anpassen zu können. Um das zu erreichen, befinden sich verstellbare, nicht rotierende Leitschaufeln im Turbineneintritt oder im Turbinengehäuse. In geschlossener Leitschaufel-Position führen dabei hohe Umfangskomponenten der Strömungsgeschwindigkeit und ein hohes Enthalpiegefälle zu einer hohen Turbinenleistung und damit einem hohen Ladedruck. In voll geöffneten Position der Leitschaufeln erschließt sich wiederum der maximale Durchsatz der Turbine bei hohem zentripetalem Anteil des Geschwindigkeitsvektors der Strömung. Der Vorteil dieser Leistungsregelung gegenüber einer Bypass-Regelung liegt darin, dass immer der volle Abgasmassenstrom über die Turbine geleitet und zur Leistungsumsetzung genutzt wird.

[0005] Für die variable Turbinengeometrie ist die Form des Schaufelprofils Haupteinflussfaktor für die thermodynamische Effizienz, die Regelcharakteristik und den benötigten radialen Bauraum.

[0006] Im Stand der Technik gibt es die verschiedensten Formen für das Profil der Verstellschaufel. Generell gilt es, das Optimum an Wirkungsgrad, Regelcharakteristik und möglichst kleinem Teilkreis (Bauraum) zusammenzuführen. Üblicherweise wird die Form über die Krümmungslinie beschrieben, die zwischen dem Mittelpunkt des Kopfradius und dem Mittelpunkt des Endradius der Verstellschaufel verläuft. Diese Krümmungslinie entsteht indem innerhalb des Profils zu Ober- und Unterseite tangentiale Kreise angenommen werden. Die Verbindungslinie der Kreismittelpunkte beschreibt hierbei die Krümmungslinie.

[0007] Dabei gibt es rein gerade, gekrümmte oder aus

beiden Möglichkeiten zusammengesetzte Varianten. Allen diesen Varianten ist gemein, dass die Krümmungslinien einen kontinuierlichen Verlauf besitzen, d.h. die einzelnen Kurvenstücke gehen tangential ineinander über. Mit anderen Worten die Krümmungslinie weist keinen Knick auf.

[0008] Eine solche Leitschaufel ist beispielsweise in der internationalen Patentanmeldung WO 2005/064121 AI offenbart. Die hier gezeigten Leitschaufeln weisen zwar Bereiche mit unterschiedlichen Krümmungen in ihren Krümmungslinien auf, der Gesamtverlauf ist jedoch auch hier kontinuierlich.

[0009] Eine weitere, der oben genannten ersten Ausführungsform ähnliche Anordnung und Gestalt von Leitschaufeln ist in der europäischen Patentanmeldung EP 0 332 354 AI offenbart. Darin wird in einer ersten Ausführungsform eine Anordnung von mehreren verstellbaren Leitschaufeln und in einer zweiten Ausführungsform eine Anordnung von feststehenden und verstellbaren Leitschaufeln offenbart.

[0010] Alle offenbarten Leitschaufeln ist ein kontinuierlicher Verlauf ihrer Krümmungslinie gemein. Selbst wenn man je eine feststehende und eine verstellbare Leitschaufel der zweiten Ausführungsform in Verbindung als eine zweiteilige Leitschaufel interpretiert, so stellt sich der Verlauf der "Gesamt-Krümmungslinie" als kontinuierlich dar.

[0011] Demnach ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Leitschaufelgeometrie für einen Turbolader mit einer variablen Turbinengeometrie bereitzustellen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch eine Leitschaufel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] Demgemäß wird erfindungsgemäß eine Leitschaufel einer variablen Turbinengeometrie eines Turboladers bereitgestellt, wobei die Leitschaufel ein Profil mit einer Oberseite und einer Unterseite aufweist. Die Krümmungslinie der Leitschaufel beschreibt dabei die Verbindungslinie der Kreismittelpunkte von innerhalb des Profils der Leitschaufel zu der Oberseite und Unterseite angenommenen tangentialen Kreisen und verläuft zwischen einem Mittelpunkt eines Kopfradius und einem Mittelpunkt eines Endradius der Leitschaufel. Die Krümmungslinie weist wenigstens einen oder mehrere Bereiche mit einem diskontinuierlichen Verlauf auf. Ein solcher Bereich weist dabei zwei Abschnitte auf, die miteinander verbunden sind, wobei die beiden Abschnitte an ihrer Verbindungsstelle nicht tangential ineinander übergehen, also einen diskontinuierlichen Verlauf der Krümmungslinie aufweisen. Mit anderen Worten, die Abschnitte bilden an ihrer Verbindungsstelle einen Knick aus. Die Krümmungslinie der Leitschaufel weist neben wenigstens einem Bereich mit einem Knick bzw. mit einem nicht tangentialen Übergang zwischen zwei Abschnitten wenigstens einen Bereich auf, dessen beide Abschnitte an ihrer Verbindungsstelle kontinuierlich bzw. tangential ineinander übergehen.

[0014] Die Leitschaufel ist besonders vorteilhaft bei

der Ausgestaltung eines Strömungsprofils. Hierbei kann der Wirkungsgrad verbessert werden bei unverändertem Regelungsverhalten und Bauraumbedarf. Darüber hinaus kann auf diese Weise die Krümmungslinie einer Leitschaukel beliebig geeignet variiert werden mit kontinuierlich und diskontinuierlich verlaufenden Bereichen, je nachdem welches Strömungsprofil erzielt werden soll.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

[0016] In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht die Leitschaukel beispielsweise aus vier Abschnitten, wobei der erste und zweite Abschnitt einen ersten Bereich bilden, mit einem kontinuierlichen Verlauf. Ein zweiter Bereich wird durch den zweiten Abschnitt und einen dritten Abschnitt gebildet, wobei der zweite und dritte Abschnitt an ihrer Verbindungsstelle diskontinuierlich ineinander übergehen bzw. einen Knick bilden. Ein dritter Bereich, bestehend aus dem dritten Abschnitt und einem vierten Abschnitt, weist wiederum einen kontinuierlichen Verlauf auf. Eine solche Leitschaukel stellt ein Beispiel dar, bei welchem die Krümmungslinie einen Knick aufweist. Die Abschnitte des ersten bzw. dritten Bereichs können hierbei beispielsweise beide oder wenigstens einer davon nach oben bzw. unten gewölbt sein.

[0017] In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform können die Abschnitte aus denen die Krümmungslinie zusammengesetzt ist beispielsweise bogenförmig oder gerade ausgebildet sein. Die Abschnitte können hierbei nach oben oder unten gewölbt bzw. wenn die Abschnitte gerade sind, beispielsweise horizontal, senkrecht, oder schräg nach oben oder schräg nach unten gerichtet sein. Die Abschnitte können hierbei beliebig miteinander kombiniert werden, wobei wenigstens ein Bereich der durch die Abschnitte gebildet wird einen diskontinuierlichen Verlauf aufweist. Auf diese Weise können eine Vielzahl von Strömungsprofilen, je nach gewünschter Funktion bzw. gewünschtem Einsatzzweck realisiert werden.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Leitschaukel gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer Leitschaukel gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 3 eine dritte Ausführungsform einer Leitschaukel gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 4 eine erste Ausführungsform einer Leitschaukel gemäß der Erfindung; und
- Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Leitschau-

fel gemäß der Erfindung.

[0019] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

[0020] In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform einer Leitschaukel 10 gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Die Leitschaukel 10 ist dabei in einem Diagramm eingezeichnet, wobei das Diagramm eine X-Achse und eine Y-Achse aufweist. Diese Darstellung gilt für alle Leitschaukeln 10 wie sie in den Fig. 1 bis 5 gezeigt sind.

[0021] Wie zuvor beschrieben, wird die Form einer Leitschaukel 10 normalerweise über die Krümmungslinie 12 beschrieben, die zwischen dem Mittelpunkt 14 des Kopfradius und dem Mittelpunkt 16 des Endradius der Leitschaukel 10 verläuft. Diese Krümmungslinie 12 entsteht indem innerhalb des Profils der Leitschaukel 10 zu Ober- und Unterseite 18, 20 tangentielle Kreise angenommen werden. Die Verbindungslinie der Kreismittelpunkte beschreibt dabei die Krümmungslinie 12.

[0022] Im vorliegenden Fall, wie er in Fig. 1 gezeigt ist, verläuft die Krümmungslinie 12 wellenförmig. Die Krümmungslinie 12 setzt sich dabei aus vier Abschnitten a1 bis a4 zusammen. Der erste und zweite Abschnitt a1, a2, die einen ersten Bereich b1 bilden, ist hierbei jeweils bogenförmig nach oben gewölbt ausgebildet, wobei die beiden Abschnitte a1, a2 der Krümmungslinie 12 an ihrer Verbindungsstelle 22 tangential ineinander übergehen. Der Bereich b1 bildet hierbei einen kontinuierlichen Verlauf ohne einen Knick. Des Weiteren ist der dritte Abschnitt a3 ebenfalls bogenförmig ausgebildet, wobei er nach unten gewölbt ist, im Gegensatz zu dem ersten und zweiten Abschnitt a1, a2. Der zweite und dritte Abschnitt a2, a3 gehen an ihrer Verbindungsstelle 22 ebenfalls tangential ineinander über, so dass der zweite Bereich b2, der aus dem zweiten und dritten Abschnitt a2, a3 gebildet wird, einen kontinuierlichen Verlauf aufweist. Entsprechendes gilt auch für den dritten Bereich b3. Dieser wird aus dem dritten Abschnitt a3 und einem vierten Abschnitt a4 gebildet, wobei beide Abschnitte a3, a4 bogenförmig ausgebildet sind und nach unten gewölbt sind. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehen die beiden Abschnitte a3, a4 der Krümmungslinie 12 tangential ineinander über, d. h. der Bereich b3 weist einen kontinuierlichen Verlauf auf, ohne dass ein Knick am Übergang 22 der beiden Abschnitte a3, a4 entsteht. Alle drei Bereiche b1 bis b3 verlaufen oberhalb der X-Achse in dem Diagramm in Fig. 1, des Weiteren ist der erste Bereich b1 deutlich länger und stärker gewölbt als der dritte Bereich b3.

[0023] In der zweiten Ausführungsform einer Leitschaukel 10 gemäß dem Stand der Technik, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, setzt sich die Krümmungslinie 12 ebenfalls aus vier Abschnitten a1 bis a4 zusammen. Die Krümmungslinie 12 verläuft hierbei oberhalb der X-Achse und steigt hierbei zunächst in einem Bogen nach oben an, bevor sie zum anderen Ende hin langsam abfällt.

[0024] Der erste Abschnitt a1 der Krümmungslinie 12 ist hierbei bogenförmig nach unten gewölbt und der da-

ran anschließende Abschnitt a2 bogenförmig nach oben. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehen die beiden Abschnitte a1 und a2 tangential ineinander über, so dass der erste Bereich b1, der durch den ersten und zweiten Abschnitt a1, a2 gebildet wird, einen kontinuierlichen Verlauf aufweist. Der zweite Bereich b2, der sich aus dem zweiten Abschnitt a2 und einem dritten Abschnitt a3 zusammensetzt, weist ebenfalls einen kontinuierlichen Verlauf auf. So ist der dritte Abschnitt a3 ebenfalls bogenförmig nach oben gewölbt, wobei er und der zweite Abschnitt a2 an ihrer Verbindungsstelle 22 tangential ineinander übergehen, ohne dass dabei ein Knick entsteht. Der dritte Bereich b3 der Krümmungslinie 12 wird aus dem dritten Abschnitt a3 und einem vierten Abschnitt a4 gebildet. Der vierte Abschnitt a4 ist dabei bogenförmig nach unten gewölbt, wobei der dritte und vierte Abschnitt a3, a4 an ihrer Verbindungsstelle 22 tangential ineinander übergehen.

[0025] Weiter ist in Fig. 3 eine dritte Ausführungsform einer Leitschaufelform des Standes der Technik gezeigt. Die Leitschaufel 10 besteht dabei, wie in der ersten und zweiten Ausführungsform aus vier Abschnitten a1 bis a4. Dabei verläuft die Krümmungslinie 12 in einer Wellenform zunächst in einem Bogen oberhalb der X-Achse und dann in einem Bogen unterhalb der X-Achse.

[0026] Der erste und zweite Abschnitt a1, a2 der Krümmungslinie 12 ist bogenförmig ausgebildet und verläuft nach oben gewölbt. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehen die beiden ersten und zweiten Abschnitte a1, a2 tangential ineinander über. Der zweite Bereich b2 der Krümmungslinie 12 wird durch den zweiten Abschnitt a2 und einen dritten Abschnitt a3 gebildet. Der dritte Abschnitt a3 ist ebenfalls bogenförmig ausgebildet und nach unten gewölbt. Die beiden Abschnitte a2 und a3 gehen an ihrer Verbindungsstelle 22 dabei tangential ineinander über, so dass kein scharfer Knick in diesem Bereich entsteht. Des Weiteren wird der vierte Bereich b4 durch den dritten Abschnitt a3 und einen vierten Abschnitt a4 gebildet. Der vierte Abschnitt a4 ist ebenfalls bogenförmig nach unten gewölbt ausgebildet. Im Bereich ihrer Verbindungsstelle 22 gehen der dritte und vierte Abschnitt a3, a4 tangential ineinander über. Damit bilden die Bereiche b1 bis b4 bzw. die Krümmungslinie 12 insgesamt einen kontinuierlichen Verlauf, wie die beiden anderen zuvor beschriebenen Ausführungsformen einer Leitschaufel 10 gemäß dem Stand der Technik.

[0027] In Fig. 4 ist nun eine erste Ausführungsform einer Leitschaufel 10 gemäß der Erfindung gezeigt. Die Leitschaufel 10 besteht hierbei beispielsweise aus vier Abschnitten a1 bis a4. Ein erster Bereich, bestehend aus dem ersten und zweiten Abschnitt a1, a2, weist dabei einen kontinuierlichen Verlauf auf. Der erste und zweite Abschnitt a1, a2 ist hierbei bogenförmig ausgebildet und nach oben gewölbt. An ihrem Verbindungsabschnitt bzw. ihrer Verbindungsstelle 22 geht der erste Abschnitt a1 dabei tangential in den zweiten Abschnitt a2 über, so dass ein kontinuierlicher Verlauf entsteht ohne einen Knick. Ein zweiter Bereich b2 wird durch den zweiten

Abschnitt a2 und einen dritten Abschnitt a3 gebildet, wobei der zweite und dritte Abschnitt a2, a3 jeweils bogenförmig ausgebildet sind und nach oben gewölbt sind. Dabei gehen die Abschnitte a2 und a3 an ihrem Verbindungspunkt 22 jedoch nicht tangential ineinander über sondern bilden einen Knick 24. Der zweite Bereich b2 bildet hierzu nicht wie im Stand der Technik einen kontinuierlichen Verlauf sondern einen diskontinuierlichen Verlauf bzw. weist einen scharfen Knick 24 an der Verbindungsstelle 22 der beiden Abschnitte a2, a3 auf. Der dritte Bereich b3 besteht aus dem dritten Abschnitt a3 und einem vierten Abschnitt a4 und bildet hierbei einen kontinuierlichen Verlauf. Der vierte Abschnitt a4 ist dabei bogenförmig ausgebildet und nach oben gewölbt. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehen der dritte und vierte Abschnitt a3, a4 tangential ineinander über. Das bedeutet, dass in dem vorliegenden Beispiel, die Leitschaufel 10 einen Bereich b2 aufweist mit einem diskontinuierlichen Verlauf der Krümmungslinie 12, bei welchem der zweite und dritte Abschnitt a2, a3 an ihrer Verbindungsstelle 22 eine Art Knick 24 bilden bzw. nicht tangential ineinander übergehen. Die anderen Bereiche b1 und b3 weisen dagegen einen kontinuierlichen Verlauf der Krümmungslinie 12 auf, ohne dass hierbei einer der Bereiche einen Knick ausbildet.

[0028] Die Krümmungslinie 12 bildet im vorliegenden Fall zwei Bögen, einmal einen nach oben gewölbten Bogen aus den Abschnitten a1 und a2 und einen weiteren im Vergleich dazu sehr viel flacher gewölbten Bogen bestehend aus den Abschnitten a3 und a4. Beide Bögen bilden an ihrer Verbindungsstelle 22 den Knick 24.

[0029] Des Weiteren ist in Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Leitschaufel 10 dargestellt. Die Krümmungslinie 12 der Leitschaufel 10 besteht dabei aus vier Abschnitten a1 bis a4. Der erste und zweite Abschnitt a1, a2 ist dabei bogenförmig ausgebildet und nach oben gewölbt. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehend der erste und zweite Abschnitt a1, a2 tangential ineinander über, so dass der Bereich b1, der aus den beiden Abschnitten a1, a2 gebildet wird, einen kontinuierlichen Verlauf aufweist. Der zweite Bereich b2 wird aus dem zweiten Abschnitt a2 und einem dritten Abschnitt a3 gebildet, wobei der dritte Abschnitt a3 ebenfalls nach oben gewölbt ist. Die beiden Abschnitte a2, a3 gehen jedoch an ihrer Verbindungsstelle 22 nicht tangential ineinander über, sondern bilden eine Art Knick 24, wie in Fig. 5 gezeigt ist. Damit weist der zweite Bereich b2 einen diskontinuierlichen Verlauf auf. Der dritte Bereich b3, der aus dem dritten Abschnitt a3 und einem vierten Abschnitt a4 gebildet wird weist wiederum einen kontinuierlichen Verlauf auf. Die beiden dritten und vierten Abschnitte a3, a4 sind hierbei bogenförmig ausgebildet und nach oben gewölbt. An ihrer Verbindungsstelle 22 gehen sie tangential ineinander über. Damit weist die Krümmungslinie 12 der erfindungsgemäßen Leitschaufel 10 zumindest in dem Bereich b2 einen diskontinuierlichen Verlauf auf, während die beiden anderen Bereiche b1 und b3 einen kontinuierlichen Verlauf ohne Knickbil-

dung aufweisen. Im Gegensatz zu der ersten Ausführungsform der Erfindung ist bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung der erste Bereich b1 länger ausgebildet, bzw. der aus den Abschnitten a1 und a2 gespannt Bogen. Der dritte Bereich b3, bzw. der aus den Abschnitten a3 und a4 gespannte Bogen ist dafür in der zweiten Ausführungsform kürzer als wie in der ersten Ausführungsform. Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand zweier bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Insbesondere ist auch denkbar, dass statt bogenförmiger Abschnitte auch Abschnitte mit beispielsweise einer geraden Form (nicht dargestellt) miteinander und/oder mit den bogenförmigen Abschnitten kombiniert werden, je nach beispielsweise anzustrebendem Strömungsprofil der jeweiligen Leitschaufel. Des Weiteren kann eine Leitschaufel wenigstens einen Bereich bestehend aus zwei Abschnitten aufweisen oder eine Vielzahl von Bereichen bzw. Abschnitten, beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs und mehr Bereiche bzw. Abschnitte. Dabei können Abschnitte mit einer beliebigen Form, Anordnung und/oder Dimensionierung miteinander kombiniert werden. Entsprechendes gilt auch für die Bereiche, die aus den Abschnitten gebildet werden. In den beiden erfindungsgemäßen Ausführungsformen, wie sie in den Fig. 4 und 5 gezeigt sind, sind die Bereiche b1 bis b3 jeweils im Wesentlichen oberhalb der X-Achse in den Diagrammen angeordnet. Grundsätzlich können die Bereiche bzw. Abschnitte der Krümmungslinie 12 beliebig verlaufen, beispielsweise zumindest teilweise unterhalb der X-Achse, wie zum Beispiel in Fig. 3 mit Bezug auf den Stand der Technik dargestellt ist. Wahlweise können die Bereiche bzw. Abschnitte der Krümmungslinie 12 auch vollständig unterhalb oder zum Teil auf der X-Achse verlaufen. Des Weiteren können gerade und bogenförmige Abschnitte bei der Krümmungslinie 12 einer Leitschaufel 10 beliebig variiert werden. Grundsätzlich kann die Leitschaufel 10 hierbei wenigstens einen Knick 24 oder eine Vielzahl von Knicken 24 aufweisen bzw. Stellen an welchen die einzelnen Kurvenstücke der Krümmungslinie 12 nicht tangential ineinander übergehen. Beispielsweise kann die Krümmungslinie 12 eins, zwei, drei, vier und mehr dieser sog. Knicke 24 bzw. nicht tangentialen Übergänge aufweisen, wobei die Knicke 24 an beliebigen Positionen der Krümmungslinie 12 vorgesehen werden können je nach Funktion bzw. Einsatzzweck.

Patentansprüche

1. Leitschaufel (10) einer variablen Turbinengeometrie eines Turboladers, welche Leitschaufel ein Profil mit einer Oberseite und einer Unterseite aufweist, wobei eine Krümmungslinie (12) der Leitschaufel (10) eine Verbindungslinie der Kreismittelpunkte von innerhalb des Profils der Leitschaufel zu der Oberseite und Unterseite angenommenen tangentialen Krei-

sen beschreibt,

wobei die Krümmungslinie (12) der Leitschaufel (10) zwischen einem Mittelpunkt eines Kopfradius und einem Mittelpunkt eines Endradius der Leitschaufel (10) verläuft,

wobei die Krümmungslinie (12) wenigstens einen Bereich (b2) mit zwei Abschnitten (a2, a3) aufweist, die miteinander verbunden sind und an ihrer Verbindungsstelle (22) einen Knick bilden, und

wobei die Krümmungslinie (12) wenigstens einen weiteren Bereich (b1, b3) mit zwei Abschnitten (a1, a2; a3, a4) aufweist, die miteinander verbunden sind und an ihrer Verbindungsstelle (22) kontinuierlich bzw. tangential ineinander übergehen.

2. Leitschaufel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Leitschaufel (10) aus vier Abschnitten (a1, a2, a3, a4) besteht, wobei der erste Abschnitt (a1) und der zweite Abschnitt (a2) den ersten Bereich (b1) bilden, wobei beide Abschnitte (a1, a2) an ihrer Verbindungsstelle (22) kontinuierlich ineinander übergehen, wobei ein zweiter Bereich (b2) durch den zweiten Abschnitt (a2) und einen dritten Abschnitt (a3) gebildet wird, wobei der zweite und dritte Abschnitt (a2, a3) an ihrer Verbindungsstelle (22) diskontinuierlich ineinander übergehen bzw. einen Knick (24) bilden und wobei ein dritte Bereich (b3) durch den dritten Abschnitt (a3) und einen vierten Abschnitt (a4) gebildet wird und der dritte und vierte Abschnitt (a3, a4) an ihrer Verbindungsstelle (22) kontinuierlich ineinander übergehen.

3. Leitschaufel nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste und dritte Bereich (b1, b3) jeweils nach oben oder nach unten gewölbt sind oder einer der Bereiche (b1, b3) nach oben und der andere nach unten gewölbt ist.

4. Leitschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein oder beide Abschnitte (a1, a2, a3, a4) eines Bereichs (b1, b2, b3) bogenförmig oder gerade ausgebildet sind und nach oben oder unten gewölbt bzw. gerichtet sind.

5. Turbolader mit einer variablen Turbinengeometrie,

wobei die variable Turbinengeometrie wenigstens eine oder mehrere Leitschaufeln (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 aufweist.

Claims

1. Guide vane (10) for a variable turbine geometry of a turbocharger, which guide vane has a profile with an upper side and an underside, wherein a line of cur-

vature (12) of the guide vane (10) describes a line connecting the centre points of circles which are enclosed within the profile of the guide vane and which are tangential to the upper side and to the underside, wherein the line of curvature (12) of the guide vane (10) runs between a centre point of a head radius and a centre point of an end radius of the guide vane (10),

wherein the line of curvature (12) has at least one region (b2) with two sections (a2, a3) which are connected to one another and form a kink at their connection point (22), and

wherein the line of curvature (12) has at least one further region (b1, b3) with two sections (a1, a2; a3, a4) which are connected to one another and transition into each other continuously or tangentially at their connection point (22).

2. Guide vane according to Claim 1, **characterized in that**

the guide vane (10) consists of four sections (a1, a2, a3, a4), wherein the first section (a1) and the second section (a2) form the first region (b1), wherein both sections (a1, a2) transition into each other continuously at their connection point (22), wherein a second region (b2) is formed by the second section (a2) and a third section (a3), wherein the second and third sections (a2, a3) transition into each other discontinuously at their connection point (22) or form a kink (24) and wherein a third region (b3) is formed by the third section (a3) and a fourth section (a4) and the third and fourth sections (a3, a4) transition into each other continuously at their connection point (22).

3. Guide vane according to Claim 2, **characterized in that**

the first and third regions (b1, b3) are in each case curved upwards or downwards or one of the regions (b1, b3) is curved upwards and the other is curved downwards.

4. Guide vane according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that**

one or both sections (a1, a2, a3, a4) of a region (b1, b2, b3) is/are arcuate or straight and curved or oriented upwards or downwards.

5. Turbocharger with a variable turbine geometry, wherein the variable turbine geometry has one or more guide vanes (10) according to one of Claims 1 to 4.

Revendications

1. Aube directrice (10) d'une turbine à géométrie variable d'un turbocompresseur, laquelle aube directrice comporte une face supérieure et une face inférieure,

une ligne de courbure(12) de l'aube directrice (10) décrivant une ligne de jonction des centres des cercles tangentiels supposés à l'intérieur du profil de l'aube directrice à la face supérieure et à la face inférieure,

dans laquelle ladite ligne de courbure(12) de l'aube directrice (10) s'étend entre un centre d'un rayon de tête et un centre d'un rayon d'extrémité de l'aube directrice (10),

dans laquelle ladite ligne de courbure(12) comporte au moins une zone (b2) avec deux parties (a2, a3) qui sont reliées l'une à l'autre et forment un coude au niveau de leur jointure (22), et

dans laquelle la ligne de courbure(12) comporte au moins une zone supplémentaire (b1, b3) avec deux parties (a1, a2 ; a3, a4), qui sont reliées l'une à l'autre et qui se prolongent l'une dans l'autre de manière continue ou tangentielle au niveau de leur jointure (22).

2. Aube directrice selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'aube directrice (10) est constituée de quatre parties (a1, a2, a3, a4), la première partie (a1) et la deuxième partie (a2) formant la première zone (b1), les deux parties (a1, a2) se prolongeant l'une dans l'autre de manière continue au niveau de leur jointure (22), une deuxième zone (b2) étant constituée par la deuxième partie (a2) et la troisième partie (a3), la deuxième et la troisième partie (a2, a3) se prolongeant l'une dans l'autre de manière discontinue au niveau de leur jointure (22) ou formant un coude (24), et une troisième zone (b3) étant constituée par la troisième partie (a3) et la quatrième partie (a4), et la troisième et quatrième partie (a3, a4) se prolongeant l'une dans l'autre de manière continue au niveau de leur jointure (22).

3. Aube directrice selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la première et la troisième zone (b1, b3) sont arquées respectivement vers le haut ou vers le bas ou **en ce que** l'une des zones (b1, b3) est arquée vers le haut et l'autre est cambrée vers le bas.

4. Aube directrice selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'une ou les deux parties (a1, a2, a3, a4) d'une zone (b1, b2, b3) sont en forme d'arc ou droites et sont arquées ou dirigées vers le haut ou vers le bas.

5. Turbocompresseur comportant une turbine à géométrie variable, dans lequel la turbine à géométrie variable comporte au moins une ou plusieurs aubes directrices (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

FIG 1

Stand der Technik

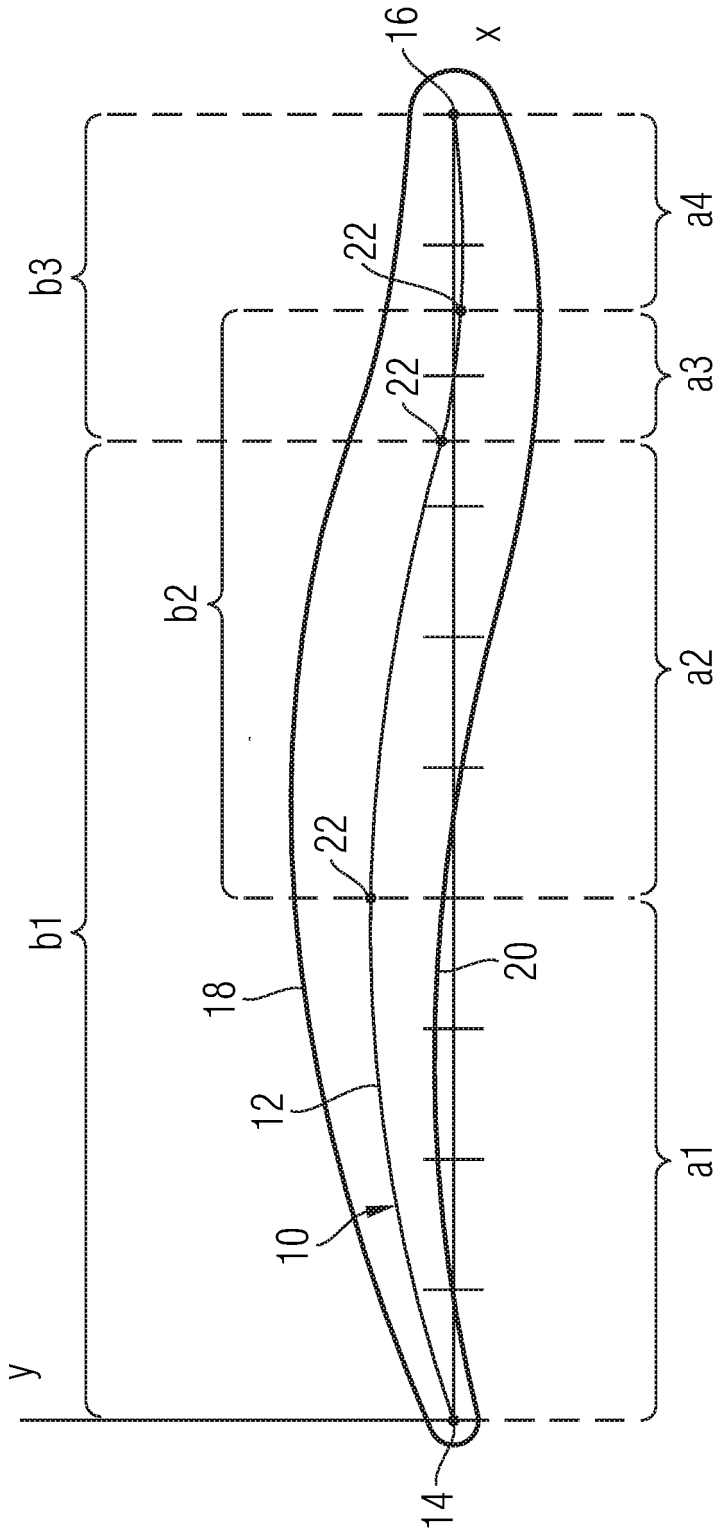


FIG 2
Stand der Technik

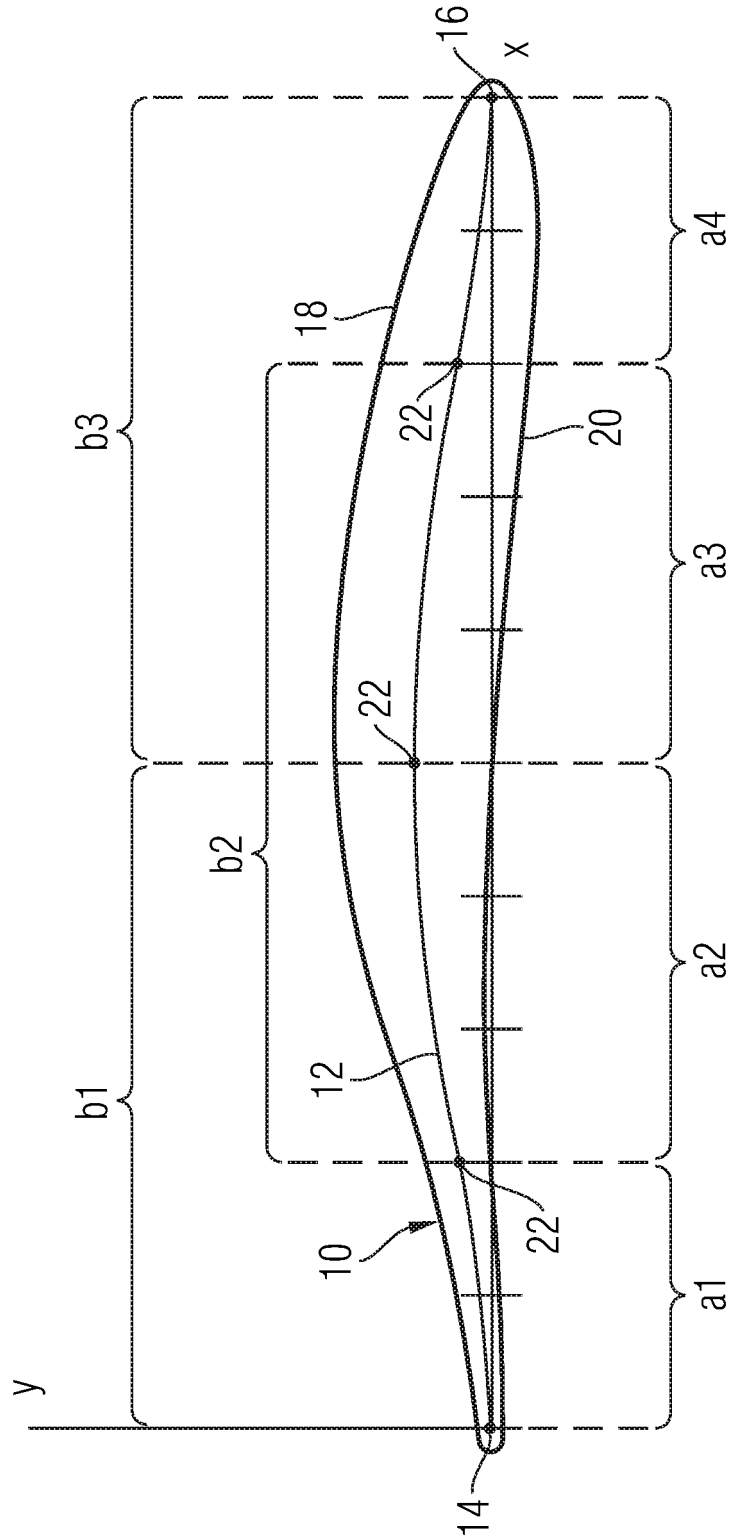


FIG 3
Stand der Technik

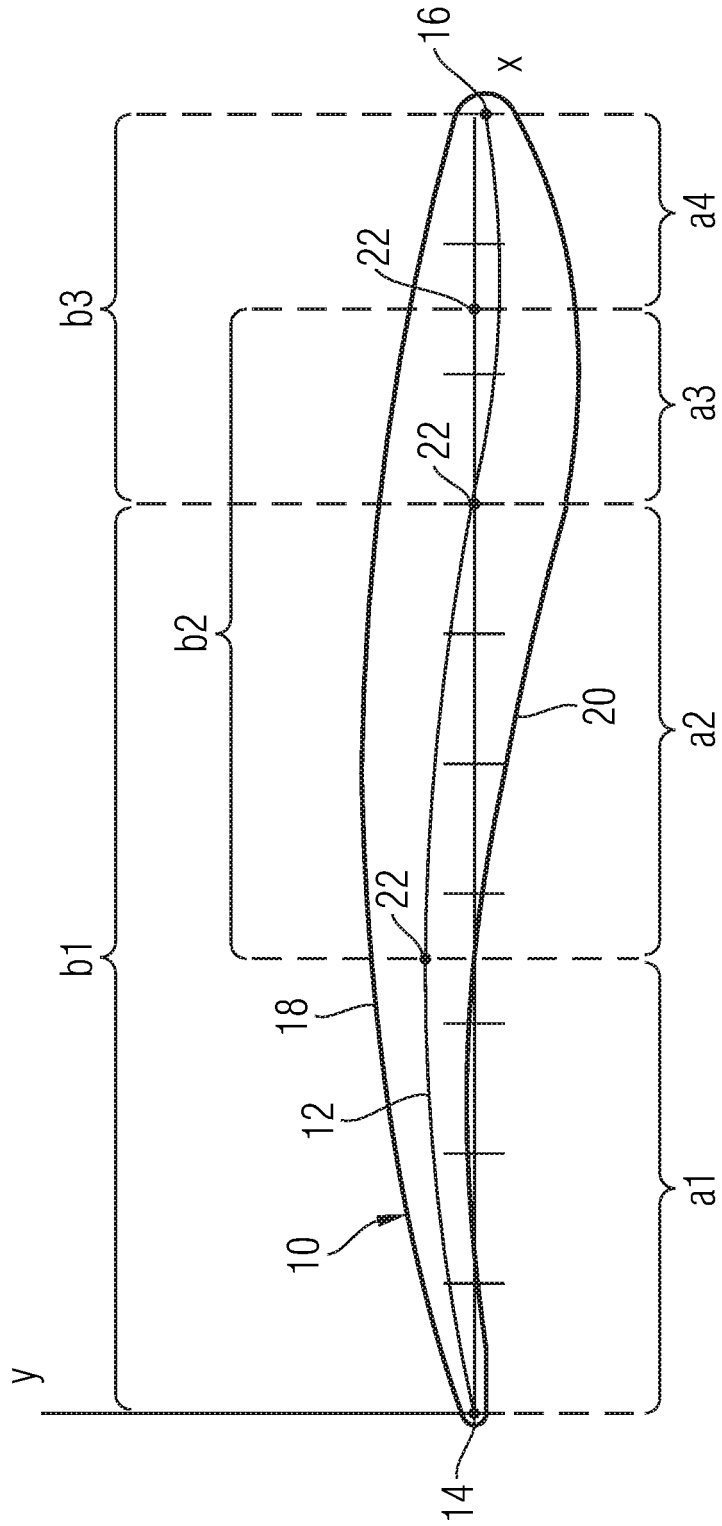
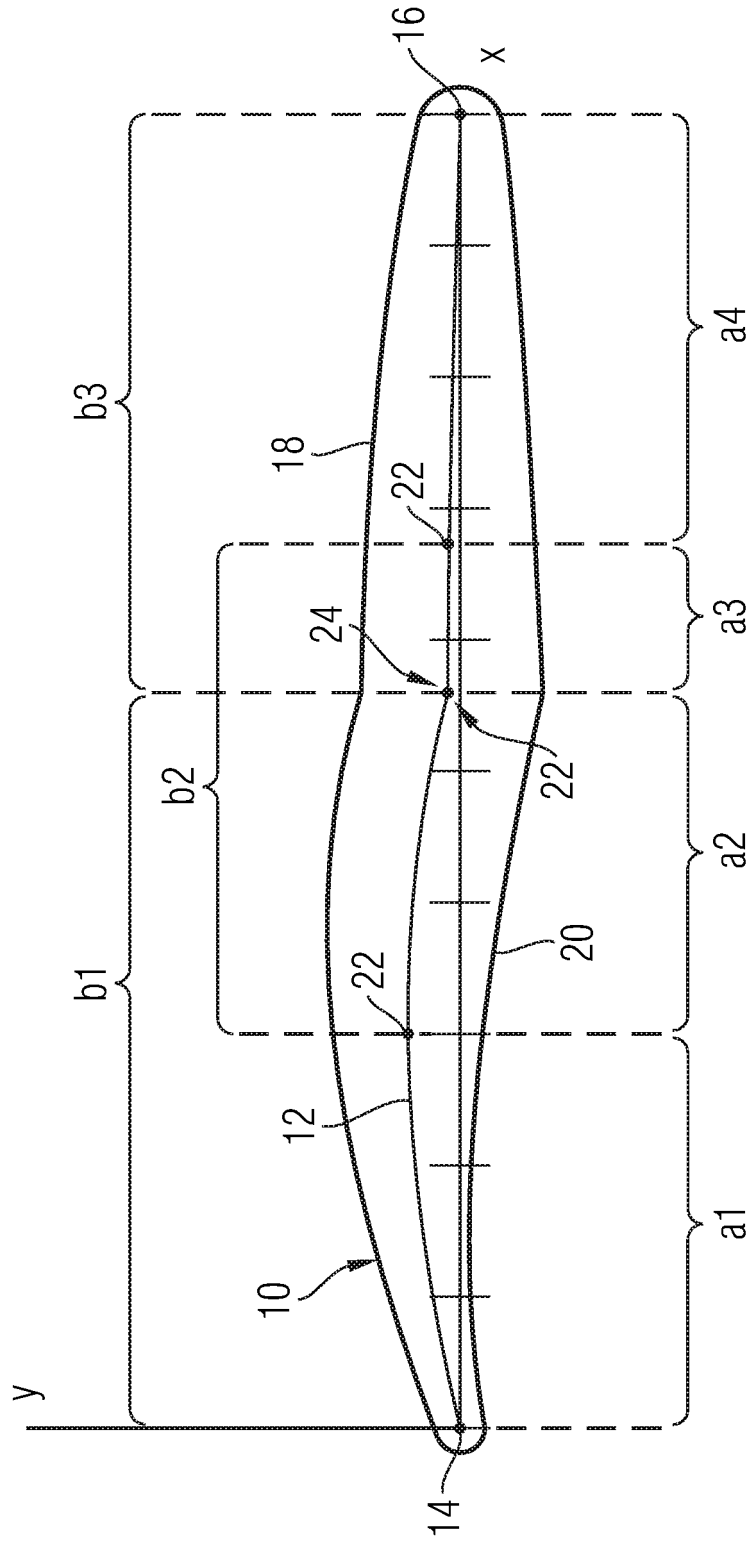


FIG 4

Schaufelprofil mit Knick



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

- WO 2005064121 A1 [0008]
- EP 0332354 A1 [0009]