

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/140756 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/04 (2006.01) *F01D 5/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053460

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Februar 2017 (16.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 102 732.4
17. Februar 2016 (17.02.2016) DE

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN**
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Berliner Ring 2,
38440 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder: **FRESE, Florian**; Beckenwerkerstr. 2, 38100
Braunschweig (DE).

(74) Anwalt: **FREISCHEM & PARTNER**
PATENTANWÄLTE MBB; Salierring 47-53, 50677
Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MIXED-FLOW TURBINE WHEEL OF A TURBOCHARGER, AND EXHAUST GAS TURBINE COMPRISING A
TURBINE WHEEL OF SAID TYPE

(54) Bezeichnung : MIXED-FLOW-TURBINENRAD EINES ABGASTURBOLADERS SOWIE ABGASTURBINE MIT EINEM
SOLCHEN TURBINENRAD

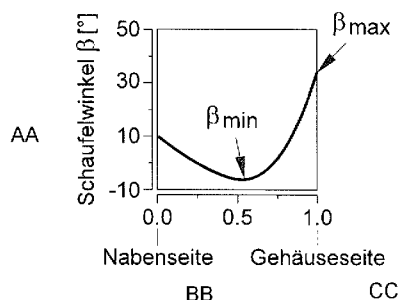


FIG. 6

AA Blade angle β [°]
BB Hub end
CC Casing end

(57) Abstract: The invention relates to a mixed-flow turbine wheel (10) of a turbocharger, comprising a plurality of blades (14) that are distributed along the circumference of the turbine wheel (10); at least one blade (14) includes a leading edge (20) that has an at least partly curved axial-radial orientation with a varying blade angle β relative to an axis of rotation (12) of the turbine wheel (10); when viewed along the leading edge (20), the blade angle β has a minimum $\beta_{\min}$ in a central region between a hub end (26) and a casing end (28) of the blade (14).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Mixed-Flow-Turbinenrad (10) eines Abgasturboladers mit mehreren, über den Umfang verteilt angeordneten Schaufeln (14), wobei mindestens eine Schaufel (14) eine Eintrittskante (20) aufweist, welche in Bezug auf eine Drehachse (12) des Turbinenrades (10) zumindest teilweise eine gekrümmte axial-radiale Orientierung mit einem variierenden Schaufelwinkel β aufweist, wobei der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante (20) betrachtet von einer Nabenseite (26) zu einer Gehäuseseite (28) in einem mittleren Bereich (30) ein Minimum $\beta_{\min}$ aufweist.



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Beschreibung

„Mixed-Flow-Turbinenrad eines Abgasturboladers sowie Abgasturbine mit einem solchen Turbinenrad“

Die Erfindung betrifft ein Mixed-Flow-Turbinenrad eines Abgasturboladers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Abgasturbine mit einem solchen Turbinenrad. Insbesondere betrifft die Erfindung Abgasturbinen und Abgasturbolader, die in Verbindung mit Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen eingesetzt werden, vor allem in Kraftfahrzeugen.

Aus dem Stand der Technik sind als Turbinenradtypen sogenannte Radialturbinenräder und Mixed-Flow-Turbinenräder bekannt. Diese Turbinenradtypen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Einströmrichtung des Abgases. In Radialturbinenrädern strömt das Abgas ausschließlich in radialer Richtung ein, in Mixed-Flow-Turbinenrädern strömt das Abgas in axial-radialer Richtung ein. Mixed-Flow-Turbinenräder weisen im Gegensatz zu Radialturbinenrädern eine sich in axial-radialer Richtung erstreckende Eintrittskante auf, während Radialturbinenräder eine sich nur in axialer Richtung erstreckende Eintrittskante aufweisen. Der Begriff „axial“ bezieht sich vorstehend und im Folgenden stets auf die Drehachse von Turbinenrädern und bedeutet „in Richtung der Drehachse“. Das Massenträgheitsmoment von Mixed-Flow-Turbinenrädern ist insbesondere aus diesem Grund gegenüber vergleichbaren Radialturbinen reduziert. Aus dem gleichen Grund weisen Mixed-Flow-Turbinen ein verbessertes Ansprechverhalten auf als Radialturbinen. Die Ausströmung des Abgases erfolgt sowohl bei Radialturbinenrädern als auch bei Mixed-Flow-Turbinenrädern in axialer Richtung. Radialturbinen werden häufig mit Leitschaufelträger-Vorrichtungen kombiniert, die unmittelbar vor dem Einströmbereich in das Turbinenrad angeordnet sind und eine Variation des Einströmquerschnitts ermöglichen.

Aus EP 1 394 359 B1 ist ein Mixed-Flow-Turbinenrad bekannt, das eine Vielzahl von als Laufschaufeln bezeichnete Schaufeln umfasst, die derart geformt sind, dass sie parabolförmig in der Richtung der Drehung vorstehen. Der Schaufelwinkel entlang der Eintrittskante soll bei diesem Turbinenrad an der Nabenseite ein Maximum aufweisen und bis zur Gehäuseseite des Turbinenrades monoton abnehmen. Aus EP 1 394 359 B1 ist es auch bekannt, eine Düse zwischen einer als Schnecke bezeichneten Spirale und der Eintrittskante des Turbinenrades

anzuordnen, wobei die Düse zu dem nabenseitigen Bereich der Eintrittskante einen deutlich größeren Abstand aufweist als zu dem gehäuseseitigen Bereich der Eintrittskante.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mixed-Flow-Turbinenrad eines Abgasturboladers sowie eine Abgasturbine mit einem solchen Turbinenrad zur Verfügung zu stellen, welche hinsichtlich ihres Wirkungsgrades weiter verbessert sind.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere praktische Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung sind nachfolgend in Verbindung mit den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Ein erfindungsgemäßes Mixed-Flow-Turbinenrad eines Abgasturboladers umfasst mehrere, über den Umfang verteilt angeordnete Schaufeln. Mindestens eine Schaufel weist im Einströmbereich eine Eintrittskante auf, welche in Bezug auf eine Drehachse des Turbinenrades eine zumindest teilweise gekrümmte axial-radiale Orientierung mit einem variierenden Schaufelwinkel β aufweist. Dabei weist der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante betrachtet von einer Nabenseite zu einer Gehäuseseite in einem mittleren Bereich ein Minimum $\beta_{\min}$ auf, insbesondere ein absolutes Minimum. Mit anderen Worten ausgedrückt, sind sowohl in Richtung Gehäuseseite als auch in Richtung Nabenseite ausgehend von dem mittleren Bereich, in dem der Schaufelwinkel $\beta_{\min}$ beträgt, größere Schaufelwinkel β ausgebildet. Im Falle eines absoluten Minimums $\beta_{\min}$ im Bereich der Eintrittskante sind alle übrigen Schaufelwinkel β größer als $\beta_{\min}$. Unter dem Schaufelwinkel β wird vorliegend der im Allgemeinen auch als Metallwinkel bezeichnete, übliche Winkel verstanden. Es handelt sich um den in einer sogenannten konformen Abbildung einer auf eine y-Achse projizierten Strömungsrichtung m' über der Umfangsrichtung gemessenen Winkel einer Tangenten an die in der konformen Abbildung dargestellten Schaufel gegenüber der Umfangsrichtung. Der Schaufelwinkel β ist 0° , wenn die Eintrittskante – wie bei Radialturbinenrädern – in rein axialer Richtung und das Abgas in rein radialer Richtung einströmt. Als Gehäuseseite der Schaufeln und der Eintrittskante wird diejenige Seite bezeichnet, die einen geringeren Abstand zu einem das Turbinenrad umgebenden Gehäuse aufweist, d.h. in Bezug auf die Drehachse die jeweils äußere Seite. Als Nabenseite wird die jeweils innere Seite bezeichnet. Mit Hilfe von Simulationsberechnungen wurde festgestellt, dass der Wirkungsgrad von Turbinenrädern mit einem Schaufelwinkel β , der entlang der Eintrittskante in einem mittleren Bereich ein Minimum $\beta_{\min}$ aufweist, einen besonders hoher Wirkungsgrad erreicht werden kann. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit verschiedenen, kombinierbaren weiteren Parametern eines

Turbinenrades, auf welche nachfolgend noch im Detail Bezug genommen wird. Als mittlerer Bereich der Eintrittskante wird vorliegend zunächst grundsätzlich der gesamte Bereich zwischen den äußersten Punkten der Eintrittskante ohne diese Punkte selbst verstanden. Auf bevorzugte Beschränkungen des mittleren Bereichs wird im Folgenden noch näher eingegangen.

Das Vorstehende sowie sämtliche im Folgenden genannten Parameter, die in Verbindung mit mindestens einer Schaufel beschrieben sind, sind bevorzugt an mehreren und besonders bevorzugt an allen Schaufeln eines Turbinenrades ausgebildet.

Im Rahmen der Simulationsberechnungen wurde ferner festgestellt, dass sich ein besonders hoher Wirkungsgrad ergibt, wenn die Differenz zwischen dem kleinsten Schaufelwinkel $\beta_{\min}$ und dem größten Schaufelwinkel $\beta_{\max}$ entlang der Eintrittskante maximal 60° beträgt. Sofern der Schaufelwinkel β negative Absolutwerte annimmt, ist das jeweilige Vorzeichen bei der Bestimmung der Differenz zu beachten. Beträgt der kleinste Schaufelwinkel $\beta_{\min}$ entlang der Eintrittskante beispielsweise -5° , so kann der größte Schaufelwinkel $\beta_{\max}$ maximal $+55^\circ$ betragen, um eine Differenz von maximal 60° nicht zu überschreiten.

In einer weiteren praktischen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turbinenrades weist der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante von der Nabenseite zur Gehäuseseite zunächst einen fallenden Verlauf bis zu dem Minimum $\beta_{\min}$ und anschließend einen steigenden Verlauf bis zu einem Maximum $\beta_{\max}$ auf. Damit sind insbesondere ein im mathematischen Sinne monoton fallender Verlauf bzw. ein monoton steigender Verlauf gemeint, bevorzugt streng monotone Verläufe. Das Maximum mit dem größten absoluten Schaufelwinkel $\beta_{\max}$ ist dabei bevorzugt unmittelbar an der Gehäuseseite der Eintrittskante ausgebildet.

Der Verlauf des Schaufelwinkels β entlang der Eintrittskante von der Nabenseite zu der Gehäuseseite ist bevorzugt stetig und weiter bevorzugt parabelförmig.

Im Rahmen der Simulationsberechnungen wurde in Bezug auf das Einstromverhalten des Fluides in das Turbinenrad ermittelt, dass das Minimum des Schaufelwinkels $\beta_{\min}$ bevorzugt in einem mittleren Bereich ausgebildet ist, der sich über einen Bereich von 20% bis 80% der Länge der Eintrittskante gemessen von der Nabenseite aus erstreckt. Weiter bevorzugt erstreckt sich der mittlere Bereich nur über 30% bis 70% der Länge und besonders bevorzugt über 40% bis 60% der Länge der Eintrittskante von der Nabenseite aus gemessen. Der mittlere Bereich erstreckt sich in den bevorzugten Ausführungsformen insgesamt nur über 60%, 40%

oder 20% der Länge der Eintrittskante, so dass nicht nur die äußersten Punkte der Eintrittskante, sondern jeweils 20%, 30% bzw. 40% der Länge der jeweils äußeren Bereiche der Eintrittskante um den mittleren Bereich herum von diesem ausgenommen sind.

Als weiterer Parameter für die Ausbildung der Schaufeln eines Turbinenrades wurde der Einfluss des Umschlingungswinkels θ auf den Wirkungsgrad im Rahmen der Simulationsberechnungen untersucht. Unter dem Umschlingungswinkel θ wird – vereinfacht ausgedrückt – der in Umfangsrichtung gemessene Winkel verstanden, über welchen sich eine Schaufel in einer senkrecht auf die Drehachse stehenden Ebene erstreckt. Je länger eine Schaufel in einer Radialebene ist und je stärker sie in Drehrichtung oder gegen die Drehrichtung geneigt und/oder gekrümmt ist, desto größer ist der Umschlingungswinkel. In der Ebene mit dem maximalen Umschlingungswinkel $\theta_{\max}$ erstreckt sich eine Schaufeln über den größten Winkelbereich in Umfangsrichtung. In einer wirkungsgradoptimierten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turbinenrades weisen die Schaufeln einen variierenden Umschlingungswinkel θ auf, wobei sich der Umschlingungswinkel θ maximal über einen Winkel von 60° erstreckt. Der Umschlingungswinkel θ erstreckt sich vorzugsweise über maximal 50° und besonders bevorzugt über maximal 40° . Bevorzugt weisen alle Schaufeln einen wie vorstehend beschriebenen variierenden Umschlingungswinkel θ auf, weiter bevorzugt weisen alle Schaufeln denselben Verlauf des Umschlingungswinkels θ auf. Weiter bevorzugt weisen alle Schaufeln entlang des Nabenschnitts, des Mittenschnitts und des Gehäuseschnitts einen variierenden Verlauf des Umschlingungswinkels θ auf.

Der Vollständigkeit halber wird noch darauf hingewiesen, dass zwischen dem Schaufelwinkel β , der Strömungsrichtung m , der in eine konforme Abbildung transformierten Strömungsrichtung m' , dem radialen Abstand von der Drehachse und dem Umschlingungswinkel θ folgende Zusammenhänge gelten:

$$\begin{aligned} \tan(\beta) &= \frac{dm}{r \cdot d\theta} \\ \tan(\beta) &= \frac{dm'}{d\theta} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad dm' = \frac{dm}{r}$$

Ebenfalls als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn mindestens eine Schaufel einen variierenden Umschlingungswinkel θ aufweist, der sich entlang mindestens eines Schnittes

durch die Schaufel von der Eintrittskante zu einer Austrittskante einen ansteigenden Verlauf aufweist. Bevorzugt weisen alle Schaufeln einen ansteigenden Verlauf des Umschlingungswinkels θ zumindest insoweit auf, als der Umschlingungswinkel θ an der Eintrittskante kleiner ist als an der Austrittskante. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weisen die Umschlingungswinkel θ bei allen Schaufeln entlang eines Nabenschnitts, eines (zentralen) Mittenschnitts und eines Gehäuseschnitts einen monoton ansteigenden Verlauf auf.

Der Wirkungsgrad eines erfindungsgemäßen Turbinenrades kann weiter gesteigert werden, wenn der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante an der Nabenseite bevorzugt zwischen 0° und 20° gewählt wird, insbesondere zwischen 5° bis 15° und weiter bevorzugt etwa $10^\circ \pm 2^\circ$. An der Gehäusesseite wird der Schaufelwinkel β bevorzugt zwischen 25° und 45° gewählt, insbesondere zwischen 30° bis 40° und weiter bevorzugt $36^\circ \pm 2^\circ$. In dem Bereich des Minimums, d.h. in einem mittleren Bereich, beträgt der Schaufelwinkel β vorzugsweise zwischen -15° und 5° , insbesondere zwischen -10° und 0° , und besonders bevorzugt -5° .

Wirkungsgradsteigernd ist auch ein Mixed-Flow-Turbinenrad, das folgende Merkmale aufweist:

- a) der Schaufelwinkel β weist entlang eines Nabenschnittes durch die Schaufel von der Eintrittskante zu einer Austrittskante über den gesamten Nabenschnitt positive Werte auf und
- b) der Schaufelwinkel β weist entlang eines Mittenschnittes durch die Schaufel von der Eintrittskante zur Austrittskante in der zur Eintrittskante gerichteten Hälfte teilweise einen negativen Wert auf und
- c) der Schaufelwinkel β weist entlang eines Gehäuseschnitts von der Eintrittskante zur Austrittskante über den gesamten Gehäuseschnitt positive Werte auf.

Für ein solches Mixed-Flow-Turbinenrad wird daher auch unabhängig von den vorstehend beschriebenen Merkmalen Schutz beansprucht.

In Kombination mit allen vorstehend beschriebenen Turbinenrädern hat es sich bereits als positiv auf den Wirkungsgrad einwirkend erwiesen, wenn der Schaufelwinkel β entlang eines (beliebigen) Schnitts durch die Schaufel von der Eintrittskante zu der Austrittskante ein

Minimum in einem mittleren Bereich aufweist. Insbesondere ist es dann vorteilhaft, wenn das Minimum entlang eines Nabenschnitts in einem mittleren Bereich beabstandet von der Eintrittskante und der Austrittskante ausgebildet ist, wobei das Minimum entlang eines (zentralen) Mittenschnitts und eines Gehäuseschnitts unmittelbar an der Eintrittskante ausgebildet ist.

In Verbindung mit dem vorstehend beschriebenen Turbinenrad mit den Merkmalen a), b) und c) ist es besonders bevorzugt, wenn der Schaufelwinkel β entlang eines Nabenschnitts durch die Schaufel von der Eintrittskante zur Austrittskante ein absolutes Minimum aufweist, insbesondere in der zur Eintrittskante gerichteten Hälfte der Schaufel.

Die Erfindung betrifft auch eine Abgasturbine mit einem wie vorstehend beschriebenen Mixed-Flow-Turbinenrad und einem das Turbinenrad zumindest teilweise umgebenden Gehäuse mit mindestens einem Abgaszufuhrkanal zur Zuleitung von Abgas in Richtung der Eintrittskante des Turbinenrades. In dem Abgaszufuhrkanal ist eine Leitschaufelträger-Vorrichtung mit verstellbaren Leitschaufeln zur Veränderung der Turbinengeometrie unmittelbar vor dem Eintritt des Abgases in das Turbinenrad angeordnet. Mittels der Leitschaufelträger-Vorrichtung lässt sich der Einströmquerschnitt variieren. Mit einem erfindungsgemäßen Turbinenrad und einer Abgasturbine mit einer wie vorstehend beschriebenen Leitschaufelträger-Vorrichtung wurden besonders gute Wirkungsgradverbesserungen erreicht. Auf die vorstehend bereits in Verbindung mit dem Turbinenrad beschriebenen Vorteile wird hiermit noch einmal verwiesen.

Um den Wirkungsgrad einer Abgasturbine im Einströmbereich des Turbinenrades durch Minimierung von Strömungsverlusten weiter zu verbessern, kann das Turbinenrad im Bereich des Abgaszufuhrkanals von einem Trägerring umgeben sein, wobei an dem Trägerring ein Hitzeschild angeordnet ist, wobei das Hitzeschild in einer praktischen Ausführungsform derart ausgebildet ist, dass es einen stufenlosen Strömungsübergang zwischen dem Leitschaufelträger und der Eintrittskante des Turbinenrades schafft. Mit einem stufenlosen Übergang ist vorliegend ein Übergang gemeint, bei dem eine Tangente an den dem Turbinenrad nächstkommenden Punkt im Strömungsbereich des Abgases unmittelbar auf die Eintrittskante des Turbinenrades führt, vorzugsweise in die gehäuseseitige Hälfte der Eintrittskante.

Das Hitzeschild ist vorzugsweise als temperaturstabiles Stahlteil ausgebildet, welches für (Abgas-) Temperaturen von mehr als 800 °C, vorzugsweise mehr als 900 °C und besonders

bevorzugt mehr als 1000 °C, ausgelegt ist. Das Hitzeschild kann durch Umformen einfach und kostengünstig in einer geeigneten Geometrie hergestellt werden.

Das Turbinenrad umfasst vorzugsweise 5 bis 15 Schaufeln und weist in bevorzugten Ausführungsformen einen Außendurchmesser von 30 mm bis 80 mm auf. Die Schaufeldicke, gemessen in Umfangsrichtung eines Turbinenrades, ist vorzugsweise an jeder Stelle der Schaufeln kleiner als 20 mm, weiter bevorzugt kleiner als 10 mm und besonders bevorzugt kleiner als 5 mm. Die Schaufeldicke kann auch in verschiedenen Schnittebenen unterschiedlich groß sein. Vorzugsweise weist die Schaufeldicke von der Nabe aus in Richtung Gehäuse einen abnehmenden Verlauf auf. Weiter bevorzugt ist es, wenn die Schaufeldicke – zumindest im Nabenschnitt und in einem Mittenschnitt von der Eintrittskante zur Austrittskante einen ansteigenden Dickenverlauf aufweist. Im Gehäuseschnitt ist die Dicke vorzugsweise konstant und weist vorzugsweise die kleinste Dickenausdehnung auf, insbesondere maximal 3 mm, bevorzugt, maximal 2 mm und besonders bevorzugt maximal 1 mm.

Der Durchmesser des Turbinenrades liegt sowohl im Bereich der Eintrittskante als auch im Bereich der Austrittskante vorzugsweise in einem Bereich zwischen 20 mm und 45 mm, insbesondere zwischen 25 mm und 40 mm.

Weitere praktische Ausführungsformen der Erfindung sind nachfolgend im Zusammenhang mit den Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Turbinenrad in einer perspektivischen Darstellung,

Fig. 2 eine Hälfte des Turbinenrades aus Fig. 1 einer Schnittdarstellung durch die Ebene in einer Anordnung mit einer Leitschaufel (Meridianschnitt),

Fig. 3 eine Abgasturbine mit einer Leitschaufelträger-Vorrichtung, einem Hitzeschild, und mit dem Turbinenrad aus Fig. 1 in einer Schnittdarstellung,

Fig. 4 den in Fig. 3 mit IV gekennzeichneten Bereich in einer vergrößerten Darstellung,

Fig. 5a) den Verlauf des Schaufelwinkels β entlang des Nabenschnitts gemäß der Linie (a) in Fig. 2,

Fig. 5b) den Verlauf des Schaufelwinkels β entlang des Mittenschnitts gemäß der Linie (b) in Fig. 2,

Fig. 5c) den Verlauf des Schaufelwinkels β entlang des Gehäuseschnitts gemäß der Linie (c) in Fig. 2,

Fig. 6 den Verlauf des Schaufelwinkels β entlang der Eintrittskante,

Fig. 7a) den Verlauf des Umschlingungswinkels θ entlang des Nabenschnitts gemäß der Linie (a) in Fig. 2,

Fig. 7b) den Verlauf des Umschlingungswinkels θ entlang des Nabenschnitts gemäß der Linie (b) in Fig. 2 und

Fig. 7c) den Verlauf des Umschlingungswinkels θ entlang des Nabenschnitts gemäß der Linie (c) in Fig. 2.

In Figur 1 ist eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mixed-Flow-Turbinenrades 10 dargestellt. Das Turbinenrad 10 ist rotierbar um die Drehachse 12 gelagert. Es umfasst insgesamt acht Schaufeln 14, von welchen in Figur 1 sechs erkennbar sind. Die Schaufeln 14 weisen alle die gleiche Geometrie auf und erstrecken sich von einer Nabe 16 aus in radialer Richtung nach außen. Die Einströmung von Abgas in das Turbinenrad 10 erfolgt in einer axial-radialen Richtung gemäß dem Pfeil 18 ausschließlich über den Bereich der Eintrittskanten 20 und die sich zwischen den Eintrittskanten 20 befindlichen Zwischenräume. Die Ausströmung erfolgt in axialer Richtung gemäß dem Pfeil 22. Die zuletzt überströmte Kante des Turbinenrades 10 wird daher auch als Austrittskante 24 der Schaufeln 14 bezeichnet. Die Schaufeldicke im Gehäuseschnitt beträgt in der gezeigten Ausführungsform konstant 0,4 mm. Im Nabenschnitt beträgt die Schaufeldicke in der gezeigten Ausführungsform ca. 0,5 mm im Bereich der Eintrittskante 20 und ca. 3 mm im Bereich der Austrittskante 24. Im Mittenschnitt beträgt die Schaufeldicke ca. 0,4 mm im Bereich der Eintrittskante 20 und ca. 1 mm im Bereich der Austrittskante 24.

Die näher an der Nabe 16 angeordnete Ecke der Eintrittskante 20 einer Schaufel 14 wird als Nabenseite 26 der Eintrittskante 20 bezeichnet. Die näher an dem das Turbinenrad 10 umgebenden Gehäuse 38 (vgl. Fig. 3) angeordnete Ecke der Eintrittskante 20 wird als

Gehäuseseite 28 der Eintrittskante 20 bezeichnet. Dazwischen erstreckt sich der mittlere Bereich 30.

Der Durchmesser des in den Figuren 1 und 2 gezeigten Turbinenrades 10 an der Nabenseite 26 der Eintrittskante 20 beträgt ca. 31 mm. Der Durchmesser an der Gehäuseseite 28 der Eintrittskante 20 beträgt ca. 36 mm. Der Durchmesser des in den Figuren 1 und 2 gezeigten Turbinenrades an der Gehäuseseite 28 der Austrittskante 24 beträgt ca. 31 mm.

In Verbindung mit den Figuren 2 bis 4 werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente einer in Figur 3 aufgeschnitten dargestellten Abgasturbine mit einem erfindungsgemäßen Turbinenrad 10 erläutert.

In der Schnittdarstellung in Figur 2 ist eine Hälfte des Turbinenrades 10 aus Figur 1 im Meridianschnitt zusammen mit einer Leitschaufel 32 dargestellt. Abgas, welches durch das Turbinenrad 10 geleitet werden soll, strömt zunächst entlang der Leitschaufel 32 in Einströmrichtung 18 auf die Eintrittskanten 20 der Schaufeln 14 zu. Aufgrund der Geometrie der nabenseitig (zurückgeschnittenen) Eintrittskante 20 der Turbinenrades 10 ist zwischen der Leitschaufel 32 und der Eintrittskante 20 ein Spalt 34 ausgebildet, der vor allem im unteren, nabenseitig zurückgeschnittenen Bereich klar erkennbar ist. Um zu verhindern, dass ein Teilstrom 36 des Fluides an der Eintrittskante 20 vorbeiströmt und für den Energieübertrag des Abgases an das Turbinenrad 10 verlorenggeht, sind bei einer erfindungsgemäßen Abgasturbine konstruktive Maßnahmen vorgesehen, die nachfolgend in Verbindung mit den Figuren 3 und 4 erläutert werden.

In den Figuren 3 und 4 ist ein erfindungsgemäßes Turbinenrad 10 dargestellt, das in einem - nur ausschnittsweise dargestellten - Gehäuse 38 aufgenommen ist. In dem Gehäuse 38 sind Abgaszufuhrkanäle 48 ausgebildet, über welche Abgas zu den Eintrittskanten 20 des Turbinenrades 10 geleitet wird. Unmittelbar vor der Eintrittskante 20 des Turbinenrades 10 ist in dem Gehäuse 38 eine Leitschaufelträger-Vorrichtung 40 angeordnet, mittels welcher der wirksame Strömungsquerschnitt unmittelbar vor dem Turbinenrad 10 verändert werden kann, um die Leistung der Abgasturbine zu steuern.

Die Leitschaufelträger-Vorrichtung 40 umfasst einen Trägerring 42 für funktional mit diesem verbundenen Leitschaufeln 32. Ein Hitzeschild 44 schirmt das Turbinenrad 10 im Bereich der Einströmseite gegenüber dem Gehäuse 38 ab. Wie aus Figur 4 erkennbar ist, ist das Hitzeschild 44 in der gezeigten Ausführungsform derart in dem Übergangsbereich von den

Leitschaufeln 32 zwischen dem Trägerring 42 und der Eintrittskante 20 des Turbinenrades 10 angeordnet und ausgebildet, dass das Abgas in Einstromrichtung 18 stufenfrei von den Leitschaufeln 32 bzw. dem Trägerring 42 in den Bereich der Eintrittskanten 20 des Turbinenrades 10 einströmt.

Das Hitzeschild 44 erstreckt sich dazu in radialer Richtung bis an den Trägerring 42 heran und stellt für den Abgasstrom einen widerstandsarmen und stufenlosen Strömungskantenverlauf dar. Durch das Hitzeschild 44 wird ein Vorbeiströmen des Teilstromes 36 (vgl. Fig. 2) des Abgasstroms an der Eintrittskante 20 vermieden, so dass das Abgas vollständig über die Eintrittskante 20 in das Turbinenrad 10 geleitet wird und die Abgasströmung vollständig zur Energiegewinnung genutzt werden kann.

In Figur 2 sind ferner verschiedene Schnittlinien durch das Turbinenrad 10 entlang der Schaufeln 14 schematisch dargestellt. Ein Nabenschnitt (a), ein (zentral angeordneter) Mittenschnitt (b) und ein Gehäuseschnitt (c).

Der Gehäuseschnitt (c) erstreckt sich entlang der in radialer Richtung gesehen äußersten Kanten der Schaufeln 14. Ein zentraler Mittenschnitt (b) verläuft auf der in radialer Richtung betrachtet geometrischen Mitte zwischen dem Nabenschnitt (a) und dem Gehäuseschnitt (c).

Die Verläufe der Schaufelwinkel β entlang des Nabenschnitts (a), des Mittenschnitts (b) und des Gehäuseschnitts (c) einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Turbinenrades sind in den Figuren 5a) bis 5c) dargestellt.

In Fig. 5a) ist der Verlauf des Schaufelwinkels β entlang des Nabenschnitts (a) dargestellt. Der Schaufelwinkel β ist, betrachtet von links nach rechts, von der Nabenseite 26 der Eintrittskante 20 zur Nabenseite der Austrittskante 24 angegeben. Es weist zunächst ausgehend von $\beta = 10^\circ$ einen fallenden Verlauf bis zu einem Minimum 46 von $\beta = 8^\circ$ auf und steigt danach wieder auf $\beta = 30^\circ$ an.

Der Verlauf des Schaufelwinkels β entlang des Mittenschnitts (b) ist in Fig. 5b) dargestellt. Der Schaufelwinkel β weist von der Eintrittskante 20 bis zur Austrittskante 24 einen ansteigenden Verlauf auf, der in Richtung der Austrittskante 24 dann ungefähr konstant bleibt, so dass sich eine konvexe Kurve ergibt. Der Schaufelwinkel β beträgt im Bereich der Eintrittskante 20 $\beta = -7^\circ$ und im Bereich der Austrittskante 24 $\beta = 40^\circ$.

Wie in Fig. 5c) dargestellt, weist der Schaufelwinkel β entlang des Gehäuseschnitts (c) ebenfalls einen ansteigenden Verlauf von der Eintrittskante 20 bis zur Austrittskante 24 auf. Der Schaufelwinkel β weist in diesem Schnitt eine konkave Krümmung auf und verläuft von $\beta = 36^\circ$ bis $\beta = 60^\circ$.

In Figur 6 ist der Verlauf des Schaufelwinkels β entlang der Eintrittskante 20 von der Nabenseite 26 (0.0) zur Gehäuseseite 28 (1.0) dargestellt. Der Schaufelwinkel β weist zunächst einen fallenden Verlauf auf, bis zu einem Minimum $\beta_{\min}$ in einem mittleren Bereich 30, und weist danach einen ansteigenden Verlauf auf. An der Nabenseite 26 beträgt der Schaufelwinkel $\beta = 10^\circ$, das Minimum $\beta_{\min}$ ist bei ca 55% der Länge zwischen Nabenseite 26 und Gehäuseseite 28 ausgebildet, und der Schaufelwinkel beträgt dort $\beta_{\min} = -5^\circ$. Das Maximum $\beta_{\max}$ des Verlaufes ist an der Gehäuseseite 28 ausgebildet. Dort beträgt der Schaufelwinkel $\beta_{\max} = 36^\circ$. Insgesamt beträgt die Differenz zwischen dem kleinsten Schaufelwinkel $\beta_{\min}$ und dem größten Schaufelwinkel $\beta_{\max}$ in diesem Ausführungsbeispiel 41° .

Die Figuren 7a), 7b) und 7c) zeigen den Verlauf der Umschlingungswinkel θ in verschiedenen Schnittebenen. Wie bereits erwähnt, ist damit der in Umfangsrichtung überstrichene Winkel einer Schaufel gemeint. Wie zu erkennen ist, weist der Umschlingungswinkel θ entlang des Nabenschnitts (a), des Mittenschnitts (b) und des Gehäuseschnitts (c) jeweils einen ansteigenden Verlauf von der Eintrittskante 20 bis zur Austrittskante 24 auf. Im Nabenschnitt (a) und im Gehäuseschnitt (c) weist der Umschlingungswinkel θ einen zunächst gleichmäßigen ansteigenden Verlauf auf, der zur Austrittskante 24 hin steiler wird. Im Mittenschnitt (b) weist der Umschlingungswinkel θ von der Eintrittskante 20 aus einen flachen Verlauf auf und einen zur Austrittskante 24 hin steileren Anstieg. Der minimale Umschlingungswinkel $\theta_{\min}$ beträgt 0° im Nabenschnitt (a) und jeweils ca. 5° im Mittenschnitt (b) und im Gehäuseschnitt (c). Der maximale Umschlingungswinkel $\theta_{\max}$ beträgt in allen Schnitten jeweils 38° .

Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein. Die Erfindung kann im Rahmen der Ansprüche und unter Berücksichtigung der Kenntnisse des zuständigen Fachmanns variiert werden.

Bezugszeichenliste

10	Turbinenrad
12	Drehachse
14	Schaufel
16	Nabe
18	Einströmrichtung
20	Eintrittskante
22	Ausströmrichtung
24	Austrittskante
26	Nabenseite
28	Gehäuseseite
30	mittlerer Bereich
32	Leitschaufel
34	Spalt
36	Teilstrom
38	Gehäuse
40	Leitschaufelträger-Vorrichtung
42	Trägerring
44	Hitzeschild
46	Minimum
48	Abgaszufuhrkanal

Patentansprüche

1. Mixed-Flow-Turbinenrad eines Abgasturboladers mit mehreren, über den Umfang verteilt angeordneten Schaufeln (14), wobei mindestens eine Schaufel (14) im Einströmbereich eine Eintrittskante (20) aufweist, welche in Bezug auf eine Drehachse (12) des Turbinenrades (10) eine zumindest teilweise gekrümmte axial-radiale Orientierung mit einem variierenden Schaufelwinkel β aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante (20) betrachtet von einer Nabenseite (26) zu einer Gehäuseseite (28) in einem mittleren Bereich (30) ein Minimum $\beta_{\min}$ aufweist.
2. Turbinenrad nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz zwischen dem kleinsten Schaufelwinkel $\beta_{\min}$ und dem größten Schaufelwinkel $\beta_{\max}$ entlang der der Eintrittskante (20) maximal 60° beträgt.
3. Turbinenrad nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante (20) von der Nabenseite (26) zur Gehäuseseite (28) zunächst einen fallenden Verlauf bis zu dem Minimum $\beta_{\min}$ und anschließend einen steigenden Verlauf bis zu einem Maximum $\beta_{\max}$ aufweist.
4. Turbinenrad nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Minimum $\beta_{\min}$ in einem mittleren Bereich (30) ausgebildet ist, der sich über einen Bereich von 20% bis 80% der Länge der Eintrittskante (20) gemessen von der Nabenseite (26) aus erstreckt.
5. Turbinenrad nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schaufel (14) einen variierenden Umschlingungswinkel θ aufweist, wobei der Umschlingungswinkel θ sich maximal über 60° erstreckt und/oder wobei der Umschlingungswinkel θ entlang eines Schnittes durch

die Schaufel (14) von der Eintrittskante (20) zu einer Austrittskante (24) einen ansteigenden Verlauf aufweist.

6. Turbinenrad nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaufelwinkel β entlang der Eintrittskante (20) an der Nabenseite (26) in einem Bereich zwischen 0° und 20° liegt, an der Gehäuseseite (28) zwischen 25° und 45° liegt und/oder im Bereich (30) des Minimums $\beta_{\min}$ zwischen -15° und 5° liegt.
7. Turbinenrad nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche oder nur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a) der Schaufelwinkel β entlang eines Nabenschnittes (a) durch die Schaufel (14) von der Eintrittskante (20) zu einer Austrittskante (24) über den gesamten Nabenschnitt (a) positive Werte aufweist und
 - b) der Schaufelwinkel β entlang eines Mittenschnittes (b) durch die Schaufel (14) von der Eintrittskante (20) zur Austrittskante (24) in der zur Eintrittskante (20) gerichteten Hälfte teilweise einen negativen Wert aufweist und
 - c) der Schaufelwinkel β entlang eines Gehäuseschnittes (c) von der Eintrittskante (20) zur Austrittskante (24) über den gesamten Gehäuseschnitt (c) positive Werte aufweist.
8. Turbinenrad nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaufelwinkel β entlang eines Nabenschnittes (a) durch die Schaufel (14) von der Eintrittskante (20) zur Austrittskante (24) ein absolutes Minimum (46) aufweist.
9. Abgasturbine mit einem Mixed-Flow-Turbinenrad (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-8 und einem das Turbinenrad (10) zumindest teilweise umgebenden Gehäuse (38) mit mindestens einem Abgaszufuhrkanal (48) zur Zuleitung von Abgas in Richtung der Eintrittskanten (20) des Turbinenrades (10),

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Abgaszufuhrkanal (48) eine Leitschaufelträger-Vorrichtung (40) mit

verstellbaren Leitschaufeln (32) zur Veränderung der Turbinengeometrie im Abgaszufuhrkanal (48) angeordnet ist.

10. Abgasturbine nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenrad (10) im Bereich des Abgaszufuhrkanals (48) von einem Trägerring (42) zum Tragen von Leitschaufeln (32) umgeben ist, wobei zwischen dem Trägerring (42) und der Eintrittskante (20) des Turbinenrades (10) ein Hitzeschild (44) angeordnet ist, das derart ausgebildet ist, dass es einen stufenfreien Strömungsübergang zwischen dem Trägerring (42) und der Eintrittskante (20) des Turbinenrades (10) schafft.

1/5

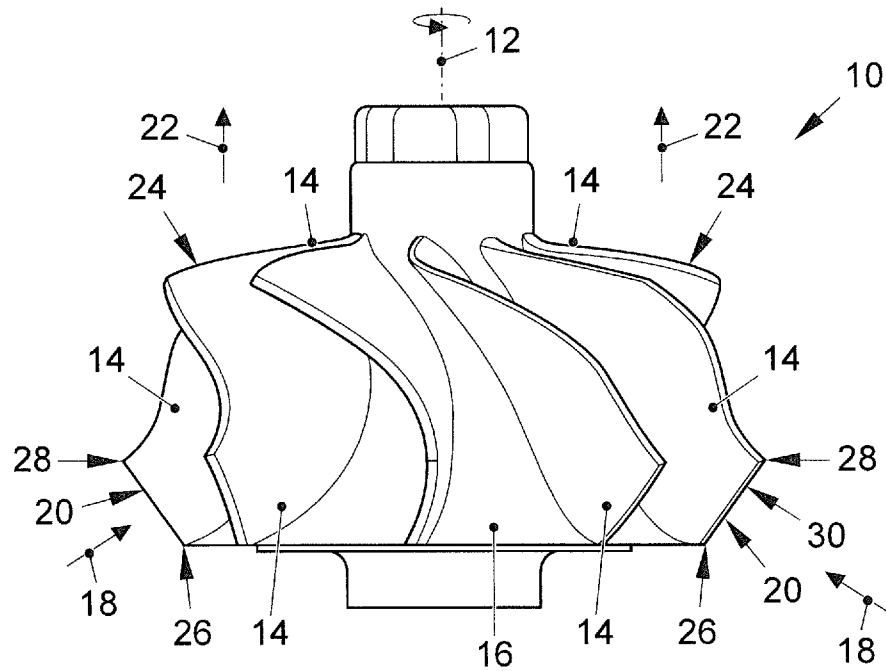


FIG. 1

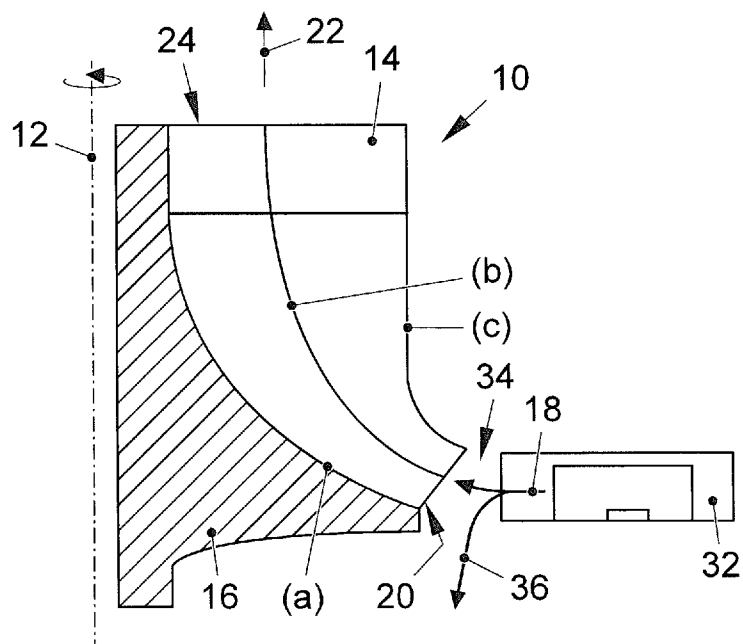


FIG. 2

2/5

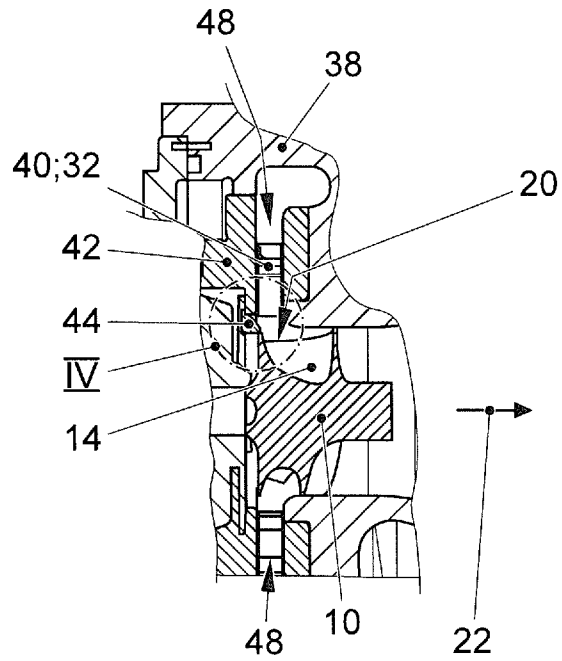


FIG. 3

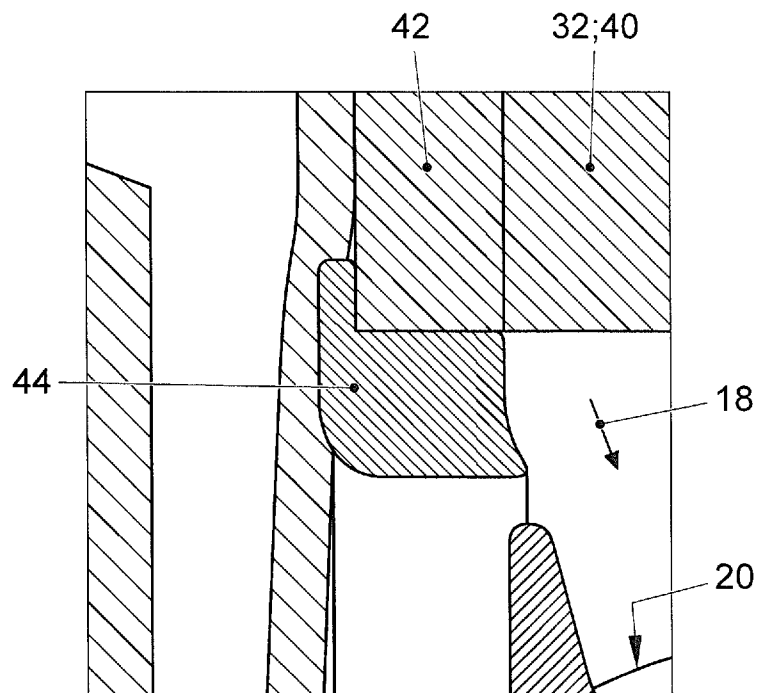


FIG. 4

3/5

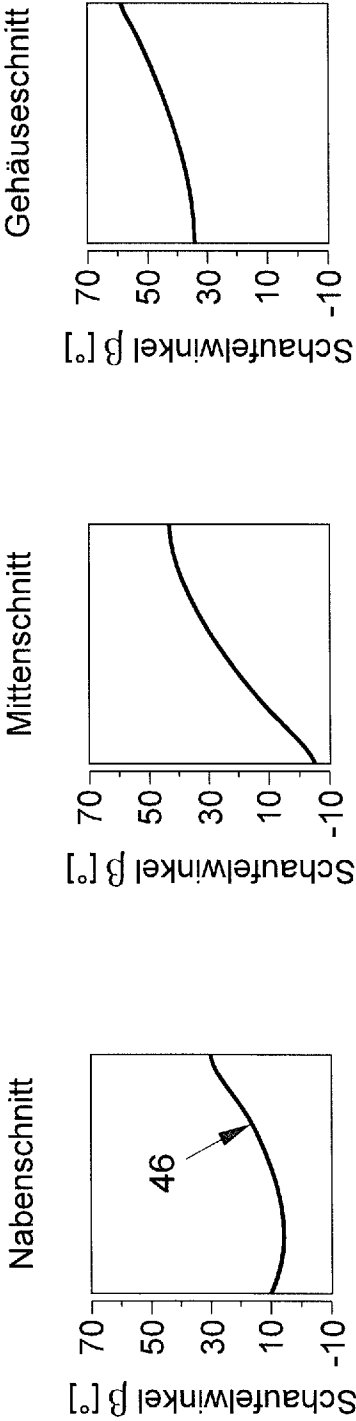


FIG. 5c

FIG. 5b

FIG. 5a

4/5

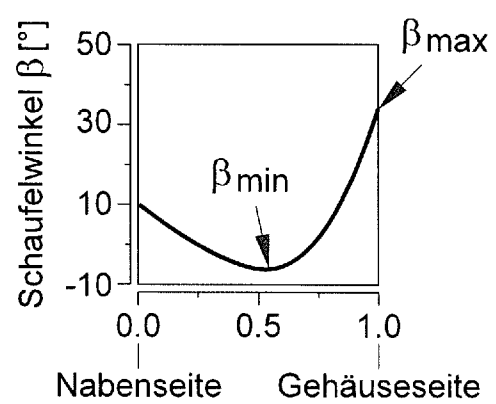


FIG. 6

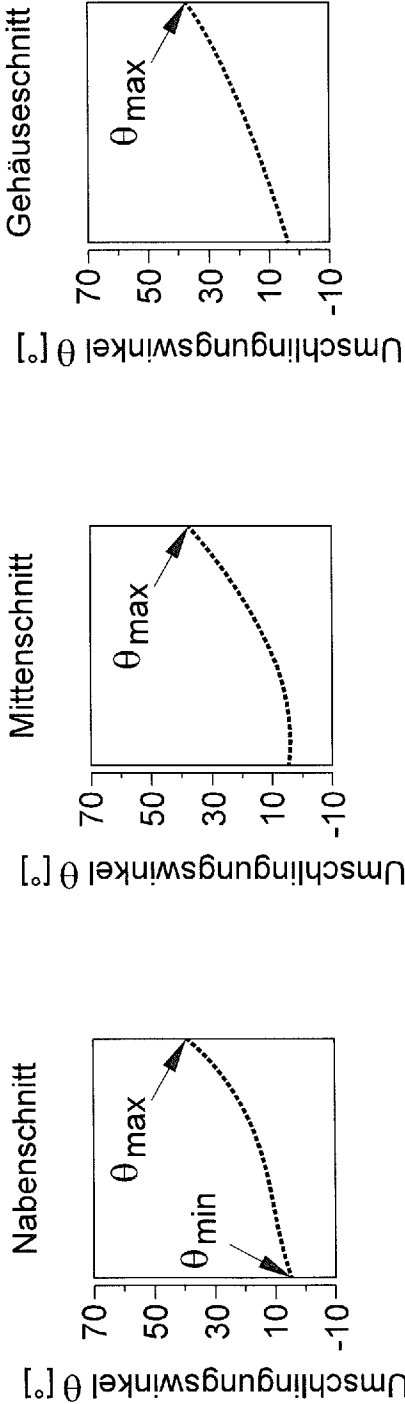


FIG. 7c

FIG. 7b

FIG. 7a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053460

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/04 F01D5/14
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/162896 A1 (BORGWARNER INC [US]) 31 October 2013 (2013-10-31) paragraphs [0027] - [0032] figures 2-24 -----	1-10
X	EP 2 378 099 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 19 October 2011 (2011-10-19) paragraphs [0054] - [0066] claims 1-14 figures 4-6 -----	1-10
A	EP 1 394 359 B1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 9 November 2011 (2011-11-09) cited in the application the whole document -----	1-10
A	EP 2 865 848 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 29 April 2015 (2015-04-29) the whole document -----	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2017

Date of mailing of the international search report

15/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Calabrese, Nunziante

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053460

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013162896	A1	31-10-2013	CN 104204453 A 10-12-2014
			DE 112013001660 T5 24-12-2014
			KR 20150003810 A 09-01-2015
			RU 2014145575 A 10-06-2016
			US 2015118079 A1 30-04-2015
			WO 2013162896 A1 31-10-2013
EP 2378099	A2	19-10-2011	CN 102220883 A 19-10-2011
			EP 2378099 A2 19-10-2011
			US 2011252792 A1 20-10-2011
EP 1394359	B1	09-11-2011	CN 1485528 A 31-03-2004
			EP 1394359 A2 03-03-2004
			JP 4288051 B2 01-07-2009
			JP 2004092498 A 25-03-2004
			KR 20040020818 A 09-03-2004
			US 2004105756 A1 03-06-2004
EP 2865848	A1	29-04-2015	CN 104564166 A 29-04-2015
			EP 2865848 A1 29-04-2015
			US 2015113982 A1 30-04-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01D5/04 F01D5/14
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/162896 A1 (BORGWARNER INC [US]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) Absätze [0027] - [0032] Abbildungen 2-24	1-10
X	----- EP 2 378 099 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 19. Oktober 2011 (2011-10-19) Absätze [0054] - [0066] Ansprüche 1-14 Abbildungen 4-6	1-10
A	----- EP 1 394 359 B1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 9. November 2011 (2011-11-09) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10
A	----- EP 2 865 848 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 29. April 2015 (2015-04-29) das ganze Dokument	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Calabrese, Nunziante

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053460

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2013162896	A1	31-10-2013	CN	104204453 A		10-12-2014
			DE	112013001660 T5		24-12-2014
			KR	20150003810 A		09-01-2015
			RU	2014145575 A		10-06-2016
			US	2015118079 A1		30-04-2015
			WO	2013162896 A1		31-10-2013

EP 2378099	A2	19-10-2011	CN	102220883 A		19-10-2011
			EP	2378099 A2		19-10-2011
			US	2011252792 A1		20-10-2011

EP 1394359	B1	09-11-2011	CN	1485528 A		31-03-2004
			EP	1394359 A2		03-03-2004
			JP	4288051 B2		01-07-2009
			JP	2004092498 A		25-03-2004
			KR	20040020818 A		09-03-2004
			US	2004105756 A1		03-06-2004

EP 2865848	A1	29-04-2015	CN	104564166 A		29-04-2015
			EP	2865848 A1		29-04-2015
			US	2015113982 A1		30-04-2015
