

(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

27. September 2012 (27.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/126493 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01D 17/14 (2006.01) F02C 6/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/006095

(22) Internationales Anmeldedatum:

6. Dezember 2011 (06.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2011 014 458.7 19. März 2011 (19.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRINKERT, Nils [DE/DE]; Brueckenstrasse 55 A, 70376 Stuttgart (DE).
SUMSER, Siegfried [DE/DE]; Buchauerstrasse 3, 70327 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: DAIMLER AG; Intellectual Property and Technology Management, GR/PI - H512, 70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

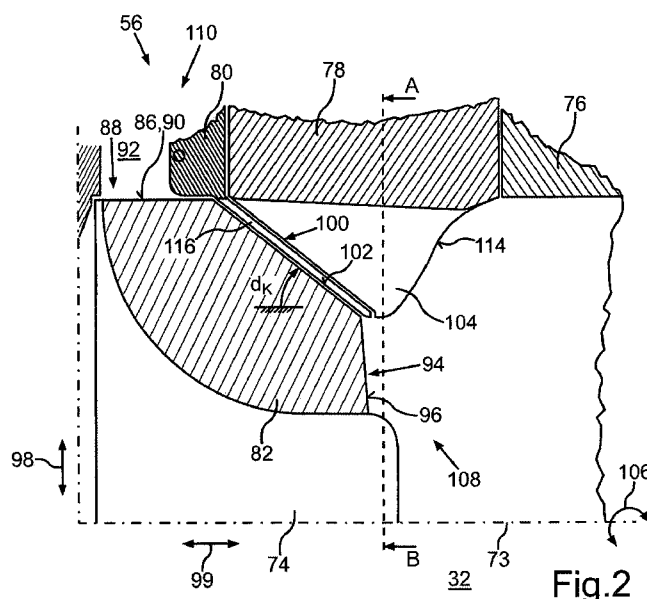
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: TURBINE FOR AN EXHAUST GAS TURBOCHARGER

(54) Bezeichnung : TURBINE FÜR EINEN ABGASTURBOLADER





und um eine Drehachse (73) drehbar ist, und welches zumindest eine wenigstens eine Anströmkannte (90) und wenigstens eine Abströmkannte (96, 102) aufweisende Laufradschaufel (82) aufweist, die zum Antreiben des Turbinenrads (74) von das Turbinengehäuse (76) durchströmendem Abgas über die Anströmkannte (90) anströmbar und über die Abströmkannte (96, 102) abströmbar ist, wobei eine Versteileinrichtung (56) vorgesehen ist, mittels welcher die Abströmkannte (96, 102) der Laufradschaufel (82) des Turbinenrads (74) in einer ersten Stellung zumindest bereichsweise fluidisch freigebbar und demgegenüber in zumindest einer zweiten Stellung der Versteileinrichtung (56) wenigstens bereichsweise fluidisch zumindest im Wesentlichen versperrbar ist.

Turbine für einen Abgasturbolader

Die Erfindung betrifft eine Turbine für einen Abgasturbolader der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

Aus dem Serienbau von Verbrennungskraftmaschinen ist es bekannt, Abgasturbolader mit einer von Abgas der Verbrennungskraftmaschine antreibbaren Turbine einzusetzen. Die Turbine kann dabei zumindest eine Verstelleinrichtung aufweisen, welche beispielsweise in Strömungsrichtung des Abgases stromauf eines Turbinenrads der Turbine angeordnet ist und mittels welcher Strömungsbedingungen insbesondere stromauf des Turbinenrads beeinflussbar sind. So kann die Turbine an eine Vielzahl von unterschiedlichen Betriebspunkten der Verbrennungskraftmaschine angepasst werden, sodass die Turbine damit die Verbrennungskraftmaschine besonders effizient, das heißt mit einem geringen Kraftstoffverbrauch und damit mit geringen CO₂-Emissionen, betrieben werden können. Die Verstelleinrichtung stellt damit eine Variabilität dar, welche eine vorteilhafte thermodynamische Anpassung der Turbine an einen Betriebspunkt ermöglicht. Mit dieser Variabilität ergeben sich Einwirkmöglichkeiten auf den so genannten Reaktionsgrad der Turbine, welcher eine Hauptgröße für einen wirkungsgradoptimalen Betrieb darstellt.

Ferner ist es erforderlich, eine bestimmte Durchsatzspreizung der Turbine darzustellen, um somit besonders großen Last- und Drehzahlspreizungen der Verbrennungskraftmaschine gerecht zu werden. Um insbesondere auch Anforderungen bei geringen Lasten und/oder Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschinen gerecht zu werden, ist es beispielsweise möglich, einen hohen Aufstau der Turbine darzustellen, was allerdings mit einem geringen Durchsatzparameter der Turbine einhergeht.

Die WO 2006-133838 A1 offenbart eine Abgasturbine in einem Abgasturbolader, mit einem in einem Gehäuse drehbar gelagerten Turbinenrad, dem über eine Einlassflut

Abgas zuführbar ist, welches über einen Austrittskanal aus der Abgasturbine abführbar ist. Die Abgasturbine weist einen Turbineneintrittsquerschnitt auf, der im Übergang von der Einlassflut zu dem Turbinenrad zwischen zwei seitlichen Begrenzungswänden gebildet ist und in dem ein Leitgitter und ein mit dem Leitgitter zusammenwirkender, in Achsrichtung verstellbarer Axialschieber angeordnet sind, wobei eine der Begrenzungswände des Turbineneintrittsquerschnitts verschieblich ausgeführt und von dem Axialschieber gebildet ist. Dabei ist vorgesehen, dass das Leitgitter im Turbineneintrittsquerschnitt gehäusefest montiert ist, dass der Axialschieber auf der dem Austrittskanal zugewandten Seite angeordnet ist und dass die dem Austrittskanal abgewandte, gehäusefeste Begrenzungswand des Turbineneintrittsquerschnitts axial bündig mit den Turbinenschaufeln des Turbinenrades abschließt.

Die bekannten Turbinen mit einer entsprechenden Verstelleinrichtung weisen weiteres Potential auf, ihren Bauraumbedarf zu reduzieren. Darüber hinaus weisen sie weiteres Potential auf, den Betrieb effizienter zu gestalten.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Turbine für einen Abgasturbolader bereitzustellen, welche einen geringeren Bauraumbedarf sowie einen effizienteren Betrieb aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Turbine für einen Abgasturbolader mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht-trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Eine solche Turbine für einen Abgasturbolader umfasst ein Turbinengehäuse und ein Turbinenrad. Das Turbinenrad ist zumindest bereichsweise in dem Turbinengehäuse aufgenommen und um eine Drehachse drehbar. Das Turbinenrad weist zumindest eine wenigstens eine Anströmkante und wenigstens eine Abströmkante aufweisende Laufradschaufel auf, die zum Antreiben des Turbinenrads von das Turbinegehäuse durchströmendem Abgas über die Anströmkante anströmbare und über die Abströmkante von dem Abgas abströmbare ist.

Erfindungsgemäß ist eine Verstelleinrichtung vorgesehen, mittels welcher die Abströmkante der Leitschaufel des Turbinenrads in einer ersten Stellung zumindest bereichsweise fluidisch freigebbar und demgegenüber in zumindest einer zweiten Stellung der Verstelleinrichtung wenigstens bereichsweise fluidisch zumindest im Wesentlichen versperrbar ist. Mit anderen Worten ist in einer ersten Stellung der

Verstelleinrichtung, in welcher die Abströmkante zumindest bereichsweise fluidisch freigegeben ist, ein größerer Längenbereich der Abströmkante von Abgas abströmbar als in der zweiten Stellung der Verstelleinrichtung, in welcher die Abströmkante zumindest bereichsweise zumindest im Wesentlichen fluidisch versperrt ist.

Die Verstelleinrichtung der erfindungsgemäßen Turbine, wobei es sich beispielsweise um eine Radialturbine handelt, ermöglicht es, die Turbine bedarfsgerecht und in einem besonders großen Betriebsbereich an eine Vielzahl von unterschiedlichen Betriebspunkten beispielsweise eines der Turbine zugeordneten Aggregats, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine oder einer Brennstoffzelle, von dessen Abgas die Turbine antreibbar ist, anzupassen. Damit einher geht ein effizienterer Betrieb der Turbine und damit des Aggregats, sodass das Aggregat energieverbrauchsarm betrieben werden kann. Handelt es sich bei dem Aggregat beispielsweise um die Verbrennungskraftmaschine, so bedeutet dies einen besonders geringen Kraftstoffverbrauch und geringe CO₂-Emissionen.

Darüber hinaus weist die erfindungsgemäße Turbine, bei welcher die Verstelleinrichtung beispielsweise zumindest teilweise stromab des Turbinenrads angeordnet ist, einen reduzierten Bauraumbedarf auf, was zur Vermeidung und Lösung von Package-Problemen insbesondere in einem platzkritischen Bereich wie einem Motorraum eines Kraftwagens beiträgt.

Des Weiteren kann die erfindungsgemäße Turbine aufgrund der entsprechenden Anordnung und Ausgestaltung der Verstelleinrichtung besonders gering hinsichtlich ihres Gewichts ausgebildet werden, was das Gewicht des Kraftwagens gering hält. Daraus resultiert ein effizienterer Betrieb des Aggregats, mittels welchem der Kraftwagen beispielsweise antreibbar ist. Ferner können die Strömungsbedingungen in dem Turbinenradaustrittsbereich durch die um die Drehachse drehbare Verstelleinrichtung besonders vorteilhaft eingestellt werden, was zu einem effizienteren Betrieb der erfindungsgemäßen Turbine führt.

Die Verstelleinrichtung der erfindungsgemäßen Turbine stellt eine Turbinenradaustrittsvariabilität dar, welche eine nur geringe Teilanzahl und damit eine nur geringe Komplexität aufweist, was mit einer hohen Funktionserfüllungssicherheit einhergeht. Dies kommt der Lebensdauer der Verstelleinrichtung und damit der gesamten Turbine zugute. Mit anderen Worten ist die Verstelleinrichtung insbesondere mechanisch zuverlässig und weist nur sehr geringe Kosten auf.

Mittels der Verstelleinrichtung ist ein Durchsatz der Turbine variabel einstellbar ist, indem die Abströmkante fluidisch freigegeben oder demgegenüber zumindest bereichsweise fluidisch versperrt wird. Durch die unterschiedlichen Stellungen der Verstelleinrichtung kann somit eine besonders große Durchsatzspreizung der Turbine dargestellt werden, sodass die Turbine an eine Vielzahl von unterschiedlichen Betriebspunkten des ihr zugeordneten Aggregats angepasst werden kann.

Somit können die Turbine und das ihr zugeordnete Aggregat effizienter betrieben werden. Bei niedrigen Drehzahl- und Lastbereichen kann durch die Verstelleinrichtung eine relativ hohe Aufstauwirkung mit einem nur geringen Durchsatzparameter eingestellt werden, während bei hohen Drehzahl- und Lastbereichen der Verbrennungskraftmaschine ein demgegenüber hoher Durchsatzparameter mit einer nur geringen Aufstauwirkung einstellbar ist. Die Turbine weist ferner einen reduzierten Bauraumbedarf und ein nur sehr geringes Gewicht auf, da die Verstelleinrichtung bauraumgünstig angeordnet ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Verstelleinrichtung um die Drehachse des Turbinenrads drehbar und zumindest teilweise, insbesondere vollständig, in dem Turbinenradaustrittsbereich angeordnet. Mittels der Verstelleinrichtung sind Strömungsbedingungen in dem Turbinenradaustrittsbereich variabel einstellbar. Dies hält den Bauraumbedarf Turbine besonders gering. Außerdem weist die Turbine dadurch eine hohe Robustheit gegen mechanische und/oder thermische Belastungen auf, was mit einer sehr guten Funktionserfüllungssicherheit auch über eine hohe Lebensdauer hinweg einhergeht,

Durch das Freigeben und demgegenüber Versperren der Abströmkante kann eine Kontur des Turbinenrads variiert und somit eine Abströmfläche des Turbinenrads, über welche das Turbinenrad von dem Abgas abströmbar ist, variabel eingestellt und somit an unterschiedliche Betriebspunkte angepasst werden. Infolge dieser Variierung der Kontur, wodurch die Abströmfläche vergrößert oder verkleinert und damit Abströmkanten hinzugefügt oder entfernt werden, kann der Durchsatzparameter der Turbine bedarfsgerecht eingestellt und dadurch ein besonders effizienter Betrieb der Turbine realisiert werden. Dies bringt eine Wirkungsgradsteigerung der Turbine mit sich, da dadurch der so genannte Reaktionsgrad der Turbine beeinflusst werden kann.

Die Turbine weist somit einen optimierten Betriebsbereich durch die Anpassung des Reaktionsgrads infolge der Einstellbarkeit des Durchsatzparameters auf. Ferner ergeben sich Turbinen-Wirkungsgradvorteile und ein verbesserter Ladedruckaufbau durch einen

der Turbine zugeordneten und von dieser antreibbaren Verdichters zum Verdichten von dem Aggregat zuzuführender Luft sowie ein damit einhergehender geringer Kraftstoffverbrauch und reduzierte CO₂-Emissionen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine weitere zumindest teilweise in einem Turbinenradeintrittsbereich angeordnete Verstelleinrichtung vorgesehen, mittels welcher Strömungsbedingungen in dem Turbinenradeintrittsbereich stromauf des Turbinenrads variabel einstellbar sind. Dadurch ist eine vollvariable Turbine geschaffen, welche besonders vorteilhaft und in einem besonders großen Bereich an unterschiedliche Betriebspunkte angepasst werden kann. Dies führt zu einem besonders effizienten und damit energieverbrauchsarmen, insbesondere kraftstoffverbrauchsarmen, Betrieb des der Turbine zugeordneten Aggregats, womit geringe CO₂-Emissionen einhergehen.

Mittels der weiteren Verstelleinrichtung ist beispielsweise ein effektiver Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung des Abgases durch die Turbine stromauf des Turbinenrads einstellbar, sodass auch dadurch die Aufstauwirkung sowie der Durchsatzparameter der erfindungsgemäßen Turbine variabel eingestellt werden können.

Die weitere Verstelleinrichtung umfasst beispielsweise einen Versperrkörper, insbesondere eine Zunge, welcher um die Drehachse des Turbinenrads drehbar ist und mittels welcher der effektive Strömungsquerschnitt einstellbar ist. Der Versperrkörper ist beispielsweise mit einem Verstellring verbunden, welcher um die Drehachse des Turbinenrads drehbar ist und über welchen der Versperrkörper zum variablen Einstellen des effektiven Strömungsquerschnitts bewegbar, insbesondere drehbar, ist. Die erfindungsgemäße Turbine ist somit als so genannte Zungenschieberturbine ausgebildet, welche besonders flexibel an unterschiedliche Betriebspunkte anpassbar ist sowie eine geringe Komplexität aufweist, was der Funktionserfüllungssicherheit und damit der Lebensdauer der Turbine zugute kommt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die erste und die weitere Verstelleinrichtung miteinander gekoppelt und mittels, insbesondere lediglich, eines den Verstelleinrichtungen gemeinsamen Stellglieds der Turbine betätigbar, insbesondere bewegbar. Die Kopplung der Verstelleinrichtungen ermöglicht es somit, lediglich ein Stellglied, beispielsweise einen Aktuator, insbesondere einen Elektromotor, einzusetzen, um die Verstelleinrichtungen zum Einstellen des effektiven Strömungsquerschnitts beziehungsweise zum Freigeben oder demgegenüber Versperren der Abströmkannte zu bewegen. Dabei kann vorgesehen sein, dass die

Verstelleinrichtungen durch die Kopplung gleichzeitig bewegbar sind. Durch entsprechende Übersetzungen und/oder Kopplungseinrichtungen können dabei unterschiedliche Verstellwege der Verstelleinrichtungen dargestellt werden.

Die Kombination der ersten Verstelleinrichtung und damit der Variabilität im Turbinenradaustrittsbereich mit der weiteren Verstelleinrichtung und damit einer Variabilität im Turbinenradeintrittsbereich ermöglicht eine Vollvariabilität einer Durchsatz- und Reaktionscharakteristik der erfindungsgemäßen Turbine und somit eine besonders gute Einflussmöglichkeit auf den Wirkungsgradverlauf. Diese Vollvariabilität ist bei der erfindungsgemäßen Turbine mit besonders einfachen und kostengünstigen Mitteln in Form des Zungenschiebers als die weitere Verstelleinrichtung sowie der ersten Verstelleinrichtung dargestellt, sodass die Turbine eine hohe Robustheit und eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

Die Verstelleinrichtungen sind beispielsweise elektrisch und/oder pneumatisch und/oder hydraulisch und/oder mechanisch miteinander gekoppelt. Die elektrische Kopplung birgt den Vorteil, dass dadurch besonders schnell auf sich ändernde Betriebspunkte des der Turbine zugeordneten Aggregats reagiert und die Verstelleinrichtungen entsprechend schnell eingestellt werden können. Ferner ist dadurch eine besonders kostengünstige Kopplung dargestellt.

Die pneumatische und/oder hydraulische Kopplung birgt den Vorteil, dass dadurch besonders hohe Stellkräfte mit demgegenüber besonders niedrigen Betätigungskräften darstellbar sind, um den effektiven Strömungsquerschnitt einzustellen und/oder die Abströmkante freizugeben oder zu versperren beziehungsweise die Strömungsbedingungen im Turbinenradaustrittsbereich variabel einzustellen.

Die mechanische Kopplung birgt die Vorteile besonders geringer Kosten sowie einer besonders hohen Robustheit und Zuverlässigkeit, was der hohen Funktionserfüllungssicherheit der erfindungsgemäßen Turbine auch bei hohen Belastungen und über eine hohe Lebensdauer hinweg zuträglich ist.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Leitschaufel des Turbinenrads eine Außenkontur mit zumindest einem im Wesentlichen parallel zur Drehachse verlaufenden Längenbereich als die Anströmkante und mit einem im Wesentlichen radial verlaufenden Längenbereich als die Abströmkante auf, wobei zwischen dem im Wesentlichen parallel zur Drehachse verlaufenden Längenbereich und

dem im Wesentlichen radial verlaufenden Längenbereich wenigstens ein weiterer Längenbereich als weitere Abströmkante vorgesehen ist, welcher mit der Drehachse einen Winkel α_K einschließt, der in einem Bereich $20^\circ < \alpha_K < 90^\circ$ liegt. Die zumindest im Wesentlichen radial verlaufende Abströmkante (Längenbereich) stellt dabei eine Hauptabströmkante dar, welche beispielsweise zumindest nahezu nie fluidisch versperrt wird und auch nicht von der ersten Verstelleinrichtung fluidisch zumindest bereichsweise versperrbar ist. Die weitere Abströmkante (Längenbereich) stellt eine Nebenabströmkante dar, welche mittels der ersten Verstelleinrichtung zumindest bereichsweise fluidisch freigebbar und demgegenüber zumindest fluidisch versperrbar ist. Dazu wird die Abströmkante zumindest bereichsweise von der ersten Verstelleinrichtung überdeckt beziehungsweise abgedeckt, wobei diese Überdeckung beziehungsweise Abdeckung variabel einstellbar ist, um somit die Abströmkante mehr oder weniger freizugeben beziehungsweise zu versperren.

Der Winkel α_K beziehungsweise der entsprechende Winkelbereich stellt eine sehr bedeutsame Einflussmöglichkeit auf die Optimierung des Turbinenrads dar, da durch den Winkel α_K sowohl Durchströmbedingungen als auch insbesondere Abströmbedingungen des Turbinenrads beeinflussbar sind. In dem genannten Winkelbereich liegend dementsprechend äußerst günstige Durchströmbedingungen vor, durch welche das Turbinenrad einen besonders effizienten und wirkungsgradgünstigen Betrieb der Turbine und damit des der Turbine zugeordneten Aggregats ermöglicht.

Dabei kann vorgesehen sein, dass die weitere Abströmkante mittels der ersten Verstelleinrichtung fluidisch freigebbar und demgegenüber fluidisch zumindest im Wesentlichen versperrbar ist, indem die Abströmkante mittels der ersten Verstelleinrichtung mehr oder weniger überdeckt beziehungsweise abgedeckt wird, wobei beispielsweise lediglich die weitere Abströmkante und nicht auch die erste Abströmkante fluidisch freigebbar oder demgegenüber fluidisch versperrbar ist. Ebenso kann vorgesehen sein, dass auch die erste Abströmkante mittels der ersten Verstelleinrichtung fluidisch freigebbar und demgegenüber fluidisch versperrbar ist, wobei vorteilhafter Weise die weitere Abströmkante gegenüber der ersten Abströmkante überwiegend mittels der ersten Verstelleinrichtung entsprechend einstellbar, das heißt fluidisch freigebbar und demgegenüber fluidisch versperrbar, ist.

Umfasst die erste Verstelleinrichtung ein erstes, relativ zum Turbinengehäuse drehfestes Verstellelement, insbesondere einen ersten Verstellring, und wenigstens ein zweites relativ zu dem ersten Verstellelement um die Drehachse drehbares Verstellelement,

insbesondere einen zweiten Verstellring, so ist dadurch eine besonders unkomplexe, kostengünstige und zuverlässige Möglichkeit geschaffen, die Strömungsbedingungen im Turbinenradaustrittsbereich einzustellen, indem beispielsweise die Abströmkante durch Überdecken oder Freigeben fluidisch versperrt oder demgegenüber freigegeben wird.

Die erste Verstelleinrichtung weist beispielsweise einen Verstellbereich, insbesondere einen Verstellwinkelbereich, mit einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung auf. Mit anderen Worten ist die erste Verstelleinrichtung in dem Verstellbereich zwischen den Endstellungen bewegbar, insbesondere um die Drehachse drehbar. Dabei kann vorgesehen sein, dass die erste Verstelleinrichtung in die Endstellungen sowie in zumindest eine Zwischenstellung in dem Verstellbereich zwischen den Endstellungen bewegbar ist. Bevorzugt ist die erste Verstelleinrichtung in dem Verstellbereich kontinuierlich verstellbar, wodurch eine Vielzahl von unterschiedlichen Stellungen der ersten Verstelleinrichtung darstellbar sind, um die Turbine besonders günstig an unterschiedliche Betriebspunkte anpassen zu können. Ebenso möglich ist es, die erste Verstelleinrichtung in dem Verstellbereich gestuft zu verstellen, was mit besonders geringen Kosten für die Turbine einhergeht.

Ist die erste Verstelleinrichtung in einem Verstellbereich von 20 ° um die Drehachse verstellbar, das heißt weist die erste Verstelleinrichtung einen Verstellwinkel von 20 ° auf, so ist dies insofern vorteilhaft, als die Turbine besonders einfach und kostengünstig an unterschiedliche Betriebspunkte angepasst werden kann, während gleichzeitig der Bauraumbedarf der Turbine sowie ihre Kosten gering gehalten werden können.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasturbolader, welcher eine von Abgas der Verbrennungskraftmaschine

durchströmbare Turbine umfasst, die eine um eine Drehachse eines Turbinenrads der Turbine drehbare und zumindest teilweise stromab des Turbinenrads in einem Turbinenradaustrittsbereich angeordnete Verstelleinrichtung aufweist, mittels welcher Strömungsbedingungen insbesondere in dem Turbinenradaustrittsbereich variabel einstellbar sind;

Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische Längsschnittansicht der Turbine gemäß Fig. 1; und

Fig. 3 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht der Turbine gemäß Fig. 2 entlang einer in der Fig. 2 dargestellten Schnittlinie A-B.

Die Fig. 1 zeigt eine als Hubkolbenmaschine ausgebildete Verbrennungskraftmaschine 10, welche beispielsweise als Dieselmotor, Ottomotor, Diesottomotor oder anderweitige Verbrennungskraftmaschine ausgebildet ist. Die Verbrennungskraftmaschine 10 dient beispielsweise dazu, einen Kraftwagen, insbesondere einen Personenkraftwagen, anzutreiben. Dazu ist die Verbrennungskraftmaschine 10 mit Kraftstoff versorgbar, welcher zumindest einem Brennraum, insbesondere einem Zylinder, der Verbrennungskraftmaschine 10 zugeführt wird. Dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine 10 wird auch Luft zugeführt, welche die Verbrennungskraftmaschine 10 aus der Umgebung ansaugt, was durch einen Richtungspfeil 12 angedeutet ist.

Die Luft durchströmt zunächst einen in einem Ansaugtrakt 14 der Verbrennungskraftmaschine 10 angeordneten Luftfilter 16, wodurch die Luft gereinigt wird. Im Anschluss an den Luftfilter 16 wird die Luft mittels entsprechender Ansaugverrohrungen zu einem in dem Ansaugtrakt 14 angeordneten Verdichter 20 eines Abgasturboladers 22 geleitet, was durch einen Richtungspfeil 18 in der Fig. 1 angedeutet ist.

Die Luft wird mittels eines Verdichterrads des Verdichters 20 verdichtet, wodurch sie erwärmt wird. Um den Verdichtungsgrad der Luft zu erhöhen, ist in dem Ansaugtrakt 14 stromab des Verdichters 20 ein Ladeluftkühler 24 angeordnet, welcher von der verdichteten Luft durchströmt wird und welcher die Verdichtete Luft abkühlt, bevor sie schließlich dem zumindest einen Brennraum der Verbrennungskraftmaschine 10 mittels der Ansaugverrohrung zugeführt wird. Dies ist durch einen Richtungspfeil 26 dargestellt.

Durch die Zuführung der verdichteten Luft und des Kraftstoffs in den zumindest einen Brennraum entsteht ein Kraftstoff-Luft-Gemisch, welches beispielsweise durch Selbstzündung zündet oder mittels einer Zündeinrichtung gezündet wird und dadurch verbrennt. Aus der Verbrennung resultiert ein Abgas, welches aus dem Brennraum aus- und in Abgasverrohrungen eines Abgastrakts 28 der Verbrennungskraftmaschine 10 einströmt, was durch einen Richtungspfeil 30 angedeutet ist.

Mittels der Abgasverrohrungen im Abgastrakt 28 wird das Abgas zu einer Turbine 32 des Abgasturboladers 22 geleitet, welche von dem Abgas antreibbar ist. Die Turbine 32 umfasst dabei ein Turbinengehäuse 76 (Fig. 2), in welchem ein Turbinenrad 74 um eine Drehachse drehbar aufgenommen ist. Das Turbinenrad 74 ist mit einer Welle 34 des Abgasturboladers 22 drehfest verbunden und von dem Abgas beaufschlagbar und dadurch antreibbar.

Mit der Welle 34 ist ebenso das Verdichterrad des Verdichters 20 drehfest verbunden, sodass das Verdichterrad und damit der Verdichter 20 von dem Turbinenrad 74 beziehungsweise der Turbine 32 angetrieben werden können.

In Strömungsrichtung des Abgases durch den Abgastrakt 28 stromauf der Turbine 32 ist eine Abzweigstelle 36 im Abgastrakt 28 angeordnet, welche einer Abgasrückführeinrichtung 38 zugeordnet ist. An der Abzweigstelle 36 ist eine Abgasrückführleitung 40 der Abgasrückführeinrichtung 38 fluidisch mit den Abgasverrohrungen des Abgastrakts 28 verbunden. Die Abgasrückführleitung 40 ist andererseits mit den Ansaugverrohrungen des Ansaugtrakts 14 an einer Einleitstelle 42 fluidisch verbunden. Dadurch ist mittels der Abgasrückführeinrichtung 38 Abgas vom Abgastrakt 28 zum Ansaugtrakt 14 rückführbar und in den Ansaugtrakt 14 einleitbar. Dadurch ist die den Ansaugtrakt 14 durchströmende Luft mit Abgas der Verbrennungskraftmaschine 10 beaufschlagbar, sodass Stickoxid- und Partikelemissionen der Verbrennungskraftmaschine 10 gering gehalten werden können.

Zur bedarfsgerechten Einstellung einer Menge an rückzuführendem Abgas umfasst die Abgasrückführeinrichtung 38 ein Abgasrückführventil 44, welches in der Abgasrückführleitung 40 angeordnet ist und mittels welchem ein Strömungsquerschnitt, welcher von dem rückzuführenden Abgas durchströmt wird, variabel einstellbar ist. In Strömungsrichtung des Abgases durch die Abgasrückführleitung 40 ist zwischen der Einleitstelle 42 und der Abzweigstelle 36 stromab des Abgasrückführventils 44 ein Abgasrückführkühler 46 in der Abgasrückführleitung 40 angeordnet, mittels welchem das

rückzuführende Abgas zu kühlen ist. Da sich die Abzweigstelle 36 stromauf der Turbine 32 befindet, ist eine Hochdruck-Abgasrückführung dargestellt, mittels welcher besonders große Mengen an Abgas rückführbar sind.

Die Verbrennungskraftmaschine 10 umfasst eine Regelungseinrichtung 48, mittels welcher die Verbrennungskraftmaschine 10 sowie das Abgasrückführventil 44 regelbar ist, was durch Pfeile 50 und 52 in der Fig. 1 angedeutet ist.

Die Turbine 32 weist eine Verstelleinrichtung 54 auf, welche in Strömungsrichtung des Abgases durch die Turbine 32 zumindest teilweise stromauf des Turbinenrads 74 angeordnet ist. Ferner umfasst die Turbine 32 eine Verstelleinrichtung 56, welche in Strömungsrichtung des Abgases durch die Turbine 32 zumindest teilweise stromab des Turbinenrads 74 angeordnet ist. Mittels den Verstelleinrichtungen 54 und 56 sind Strömungsbedingungen stromauf und stromab des Turbinenrads 74 variabel einstellbar, sodass die Turbine 32 an eine Vielzahl von unterschiedlichen Betriebspunkten der Verbrennungskraftmaschine 10 angepasst werden kann. Auf diese Art und Weise ist die Turbine 32 besonders effizient und wirkungsgradgünstig betreibbar, was mit einem effizienten Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 10 einhergeht. Daraus resultiert ein besonders geringer Kraftstoffverbrauch und damit geringe CO₂-Emissionen der Verbrennungskraftmaschine 10.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, sind die Verstelleinrichtungen 54 und 56 mittels einer Koppeleinrichtung 58 miteinander gekoppelt, sodass die Verstelleinrichtungen 54 und 56 lediglich mittels eines den Verstelleinrichtungen 54 und 56 gemeinsamen Stellglieds betätigbar sind. Dazu umfasst die Koppeleinrichtung 58 ein Betätigungsteil 60, welches mit dem Stellglied, beispielsweise einem Elektromotor, zusammenwirken kann. Das Betätigungsteil 60 ist beispielsweise mittels des Stellglieds drehbar, was durch einen Richtungspfeil 62 angedeutet ist, und/oder mittels des Stellglieds translatorisch bewegbar, was durch einen Richtungspfeil 64 angedeutet ist. Ein Pfeil 66 deutet an, dass das Stellglied mittels der Regelungseinrichtung 48 regelbar ist, um so die Turbine 32 bedarfsgerecht an einen vorliegenden Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine 10 anpassen zu können.

Nachdem das Abgas die Turbine 32 durchströmt hat und von der Turbine expandiert wurde, wird sie mittels der Abgasverrohrungen weiter zu einer in dem Abgastrakt 28 angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung 68 geleitet, was durch einen Richtungspfeil 70 angedeutet ist. Die Abgasnachbehandlungseinrichtung 68 umfasst

beispielsweise einen Katalysator, insbesondere einen Oxidationskatalysator, sowie einen Partikelfilter, mittels welchen das Abgas gereinigt wird, bevor es an die Umwelt entlassen wird, was durch einen Richtungspfeil 72 dargestellt ist.

Bei der Verstelleinrichtung 54 der Turbine 32 handelt es sich beispielsweise um einen so genannten Zungenschieber, welcher einen Verstellring aufweist, der um eine Drehachse 73 drehbar ist. Die Drehachse 73 ist dabei auch dem Verdichterrad und dem Turbinenrad 74 zugeordnet. Mit anderen Worten drehen sich das Verdichterrad, das Turbinenrad 74 und die Welle 34 um die Drehachse 73 beim Betrieb des Abgasturboladers 22.

Mit dem Verstellring ist zumindest eine so genannte Zunge verbunden, welche über den Verstellring um die Drehachse 73 drehbar ist und mittels welcher ein effektiver Strömungsquerschnitt stromauf des Turbinenrads 74 variabel einstellbar ist.

Die Verstelleinrichtung 56 ist beispielsweise als so genannter Drehschieber ausgebildet, welcher in Zusammenschau mit den Fig. 2 und Fig. 3 erläutert wird. Mittels der Verstelleinrichtung 56 ist ein Radaustrittsquerschnitt des Turbinenrads 74 variabel einstellbar.

Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, umfasst die als Drehschieber ausgebildete Verstelleinrichtung 56 einen ersten Verstellring 78, welcher relativ zu dem Turbinengehäuse 76 und zu dem Turbinenrad 74 um die Drehachse 73 drehbar ist. Ferner umfasst die Verstelleinrichtung 56 einen Verstellring 80, welcher relativ zu dem Gehäuse 76 fest ist.

Das Turbinenrad 74 weist eine Mehrzahl von Laufradschaufeln 82 auf, welche in Umfangsrichtung des Turbinenrads 74, die durch einen Richtungspfeil 84 angedeutet ist, über dem Umfang des Turbinenrads 74 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Die Laufradschaufeln 82 weisen eine Außenkontur 86 auf, welche einen ersten zumindest im Wesentlichen parallel zur Drehachse 73 verlaufenden Längenbereich 88 aufweist. Durch den Längenbereich 88 ist eine Anströmkante 90 der Laufradschaufel 82 gebildet, über welche die Leitschaufel 32 zum Antreiben des Turbinenrads 74 von dem Abgas anströmbare ist. Dazu wird das Abgas über eine Ringdüse 92 Turbinenrad 74 zugeführt.

Ferner weist die Außenkontur 86 einen Längenbereich 94 auf, durch welchen eine Abströmkante 96 der Laufradschaufel 82 gebildet ist. Über die Abströmkante 96 ist die Laufradschaufel 82 beziehungsweise sind die Laufradschaufeln 82 von dem Abgas

abströmbar. Der Längenbereich 94 und damit die Abströmkante 96 verlaufen zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung des Turbinenrads, die durch einen Richtungspfeil 98 angedeutet ist. Der zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung verlaufende Längenbereich 94 kann beispielsweise mit der Drehachse 73 einen Winkel einschließen, welcher in einem Bereich von einschließlich 80 Grad bis einschließlich 100 Grad liegt.

In axialer Richtung des Turbinenrads 74, welche durch einen Richtungspfeil 99 angedeutet ist, ist zwischen den Längenbereichen 88 und 94 ein Längenbereich 100 vorgesehen, welcher sich an den Längenbereich 88 anschließt und an welchen sich der Längenbereich 94 der Laufradschaufel 82 anschließt. Durch den Längenbereich 100 ist eine weitere Abströmkante 102 der Laufradschaufel 82 gebildet, über welche das Turbinenrad 74 beziehungsweise die Laufradschaufel 82 von dem Abgas abströmbar ist.

Der Längenbereich 100 und damit die Abströmkante 102 schließen beispielsweise mit der Drehachse 73 einen Winkel α_K ein, welcher beispielsweise größer als 20 Grad und kleiner als oder zu mindest im Wesentlichen gleich 90 Grad beträgt. Dadurch sind günstige Durchströmbedingungen des Turbinenrads 74 für das Abgas dargestellt.

Der Verstellring 78 umfasst Abdeckelemente 104, mittels welchen die jeweils korrespondierenden Abströmkanten 102 fluidisch insbesondere vollständig überdeckbar und insbesondere vollständig freigebbar sind. Dazu kann der Verstellring 78 in eine jeweilige Endstellung um die Drehachse 73 gemäß einem Richtungspfeil 106 gedreht werden. Zudem ist es möglich, den Verstellring 78 in eine Mehrzahl von Zwischenstellungen zwischen den Endstellungen einzustellen, um somit die Abströmkanten 102 der Laufradschaufeln 82 zumindest bereichsweise freizugeben beziehungsweise bereichsweise zu überdecken beziehungsweise abzudecken. Durch die unterschiedlichen Stellungen des Verstellrings 78 ist es möglich, unterschiedliche Überström-Gasmengen des Abgases einzustellen, welche über die Abströmkante 102 das Turbinenrad 74 beziehungsweise die Laufradschaufeln 82 abströmen. Dadurch ist eine Variabilität in einem Turbinenradaustrittsbereich 108 dargestellt, welche mit einer Variabilität in einem Turbinenradeintrittsbereich 110 kombiniert ist, die durch die Verstelleinrichtung 54 gegeben ist.

Dadurch ist die Turbine 32 als vollvariable Turbine 32 ausgebildet, welche besonders flexibel an unterschiedliche Betriebspunkte der Verbrennungskraftmaschine 10 anzupassen ist. Insbesondere die durch die Verstelleinrichtung 56 in dem Turbinenradaustrittsbereich 108 dargestellte Variabilität zeichnet sich durch einen nur

sehr geringen Bauraumbedarf aus, wodurch die gesamte Turbine 32 und damit der gesamte Abgasturbolader 22 einen nur sehr geringen Bauraum bedarf aufweisen, insbesondere in axialer Richtung. Ferner ist durch die als Drehschieber ausgebildete Verstelleinrichtung 56 die Komplexität dieser sowie Teileanzahl, das Gewicht und die Kosten gering gehalten, was zu einer hohen Funktionserfüllungssicherheit der Turbine 32 beiträgt.

In der Fig. 3 ist eine der Endstellungen des Verstellrings 78 dargestellt, in welcher die Abströmkanten 102 der Laufradschaufeln 82 komplett fluidisch freigegeben sind. In dieser als Offenstellung ausgebildeten Endstellung weist die Turbine 32 einen maximalen Durchsatzparameter auf.

Wird der Verstellring 78 in die andere der Endstellungen verstellt, in welcher die Abströmkanten 102 zumindest im Wesentlichen vollständig abgedeckt beziehungsweise überdeckt und somit zumindest im Wesentlichen vollständig fluidisch versperrt sind, so ist ein minimaler Durchsatzparameter der Turbine 32 dargestellt. Die Turbine 32 weist dann eine besonders hohe Aufstauwirkung auf, was einem effizienten Betrieb insbesondere bei niedrigen Last- und/oder Drehzahlbereichen der Verbrennungskraftmaschine 10 zuträglich ist. Die Darstellung des hohen Durchsatzparameters ist einem effizienten Betrieb der Turbine 32 bei hohen Lasten- und/oder Drehzahlbereichen zuträglich.

Wie insbesondere der Fig. 3 zu entnehmen ist, sind die Abdeckelemente 104 in Umfangsrichtung (Richtungspfeil 84) voneinander beabstandet und über den Umfang des Turbinenrads 74 zumindest im Wesentlichen gleichmäßig verteilt angeordnet. Dadurch ist in Umfangsrichtung zwischen den Abdeckelementen 104 ein jeweiliger Durchströmkanal 112 gebildet, welcher in Stellungen des Verstellrings 78, in welchen ein Abströmen des Abgases von den Laufradschaufeln 82 über die Abströmkanten 102 zumindest bereichsweise ermöglicht ist, von dem Abgas durchströmbar ist.

Die Durchströmkanäle 102 sind beispielsweise diffusorartig ausgebildet, sodass sie Diffusorkanäle darstellen. Die beispielsweise als Diffusorkanäle ausgebildeten Durchströmkanäle 112 weisen eine jeweilige Abströmkante 114 auf, welche sehr dünn ausgebildet ist.

Durch das Abdecken beziehungsweise Überdecken und Freigeben der Abströmkanten 102 werden sozusagen Strömungsöffnungen freigegeben beziehungsweise fluidisch zumindest bereichsweise verschlossen, wodurch der Durchsatzparameter der Turbine 32

beeinflusst und die Turbine 32 besonders effizient an Betriebspunkte der Verbrennungskraftmaschine 10 angepasst werden kann. Mit anderen Worten wird durch das Verdrehen des Verstellrings 78 eine Kontur des Turbinenrads 74 variabel eingestellt, und es werden Abströmkanten 102 hinzugefügt oder entfernt, sodass Abströmflächen vergrößert oder verkleinert werden. Dadurch weist die Turbine eine besonders hohe Durchsatzspreizung auf, wodurch sie sowohl in niedrigen Drehzahl und/oder Lastbereichen sowie in hohen Drehzahl- und/oder Lastbereichen und auch in dazwischen liegenden Drehzahl- und/oder Lastbereichen effizient betrieben werden kann.

Die Verstelleinrichtung 56 weist neun so genannte Versperrsektoren auf, welche durch die Abdeckelemente 102 gebildet sind. Der Verstellring 78 ist dabei in einem Verstellwinkelbereich von 20 Grad verstellbar. Dies bedeutet, dass er dem Richtungspfeil 84 entsprechend um 20 Grad insgesamt relativ zum Verstellring 80 verdreht werden kann. Dies ermöglicht eine vollständige Überdeckung sowie eine vollständige Freigabe der Abströmkanten 102. In der Stellung der vollständigen Freigabe ist eine maximale Querschnittsöffnung von 50 % der projizierten Ringfläche erreicht, wobei dies anhand der Fig. 3 dargestellt ist. In dieser Stellung weist die Turbine 32 einen maximal möglichen Strömungsquerschnitt über den Strömkanten 102 auf.

Wie in der Fig. 2 angedeutet ist, wird der feststehende Verstellring 80 mit einer relativ geringen Dicke ausgebildet, damit Sektorentaschen 116 über den Abströmkanten 102 keine allzu großen Verlustquellen für die Strömung des Abgases ausmachen.

Hierbei sind in den Fig. 2 und Fig. 3 nicht dargestellte Verfeinerungen möglich, bei welchen die Abdeckelemente 104 beziehungsweise entsprechende Versperrflächen des Verstellrings 78 durch eine insbesondere geringe axiale Bewegung beim Drehen des Verstellrings 78 zunehmend in die freien Sektorentaschen 116 eintauchen, wodurch in der Stellung, in welcher die Abströmkanten 102 vollständig überdeckt sind, Störkanten für Spaltströmungen der Abströmkanten 102 beziehungsweise der Außenkontur 86 zumindest im Wesentlichen vermieden sind.

Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, umfasst die Turbine 32 gemäß Fig. 2 keine zumindest teilweise stromauf des Turbinenrads 74 angeordnete Verstelleinrichtung wie die Verstelleinrichtung 54 zum variablen Einstellen der Strömungsbedingungen stromauf des Turbinenrads 74. Es versteht sich, dass jedoch eine solche Verstelleinrichtung wie die Verstelleinrichtung 54 vorgesehen sein kann, um die Strömungsbedingungen zumindest im Wesentlichen stromauf des Turbinenrads 74 variabel einstellen zu können.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, ist die Turbine 32 der Verbrennungskraftmaschine 10 zugeordnet. Es versteht sich, dass die Turbine 32 jedoch auch beispielsweise einer Brennstoffzelle zugeordnet sein kann, wobei die Turbine 32 beziehungsweise das Turbinenrad 74 dann von Abgas der Brennstoffzelle antreibbar ist und die Turbine 32 dann an unterschiedliche Betriebspunkte der Brennstoffzelle besonders effizient und flexibel anpassbar ist. Ferner kann die Turbine 32 anderweitigen Abgas emittierenden Aggregaten zugeordnet sein und von dem Abgas dieser Aggregate antreibbar sein.

Patentansprüche

1. Turbine (32) für einen Abgasturbolader (22), mit einem Turbinengehäuse (76) und mit einem Turbinenrad (74), welches zumindest bereichsweise in dem Turbinengehäuse (76) aufgenommen und um eine Drehachse (73) drehbar ist, und welches zumindest eine wenigstens eine Anströmkante (90) und wenigstens eine Abströmkante (96, 102) aufweisende Laufradschaufel (82) aufweist, die zum Antreiben des Turbinenrads (74) von das Turbinengehäuse (76) durchströmendem Abgas über die Anströmkante (90) anströmbare und über die Abströmkante (96, 102) abströmbare ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verstelleinrichtung (56) vorgesehen ist, mittels welcher die Abströmkante (96, 102) der Laufradschaufel (82) des Turbinenrads (74) in einer ersten Stellung zumindest bereichsweise fluidisch freigebbar und demgegenüber in zumindest einer zweiten Stellung der Verstelleinrichtung (56) wenigstens bereichsweise fluidisch zumindest im Wesentlichen versperrbar ist.
2. Turbine (32) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung (56) zumindest teilweise in einem Turbinenradaustrittsbereich (108) angeordnet und um die Drehachse (73) des Turbinenrads (74) drehbar ist.
3. Turbine (32) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere, zumindest teilweise in einem Turbinenradeintrittsbereich (110)

angeordnete Verstelleinrichtung (54) vorgesehen ist, mittels welcher Strömungsbedingungen in dem Turbinenradeintrittsbereich (110) stromauf des Turbinenrads (74) variabel einstellbar sind.

4. Turbine (32) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die weitere Verstelleinrichtung (54, 56) miteinander gekoppelt und mittels eines den Verstelleinrichtungen (54, 56) gemeinsamen Stellglieds betätigbar, insbesondere bewegbar, sind.
5. Turbine (32) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtungen (54, 56) elektrisch und/oder pneumatisch und/oder hydraulisch und/oder mechanisch miteinander gekoppelt sind.
6. Turbine (32) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Verstelleinrichtung (54) zum variablen Einstellen der Strömungsbedingungen in dem Turbinenradeintrittsbereich (110) um die Drehachse (73) des Turbinenrads (74) drehbar ist.
7. Turbine (32) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufradschaufel (82) des Turbinenrads (74) eine Außenkontur (86) mit zumindest einem im Wesentlichen parallel zur Drehachse (73) verlaufenden Längenbereich (88) als die Anströmkante (90) und mit einem im Wesentlichen radial verlaufenden Längenbereich (94) als die Abströmkante (96) aufweist, wobei zwischen dem im Wesentlichen parallel zur Drehachse (73) verlaufenden Längenbereich (88) und dem im Wesentlichen radial verlaufenden Längenbereich (94) wenigstens ein weiterer Längenbereich (100) als weitere Abströmkante (102) vorgesehen ist, welcher mit der Drehachse (73) einen Winkel α_K einschließt, der in einem Bereich $20^\circ < \alpha_K \leq 90^\circ$ liegt.
8. Turbine (32) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

die weitere Abströmkante (102) mittels der Verstelleinrichtung (56) fluidisch freigebbar und demgegenüber fluidisch zumindest im Wesentlichen versperrbar ist.

9. Turbine (32) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung (56) ein erstes relativ zum Turbinengehäuse (76) drehfestes Verstellelement (80) und wenigstens ein zweites relativ zu dem ersten Verstellelement (80) um die Drehachse (73) drehbares Verstellelement (78) umfasst.
10. Turbine (32) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung (56) in einem Verstellbereich von 20 Grad um die Drehachse (73) verstellbar ist.

1/3

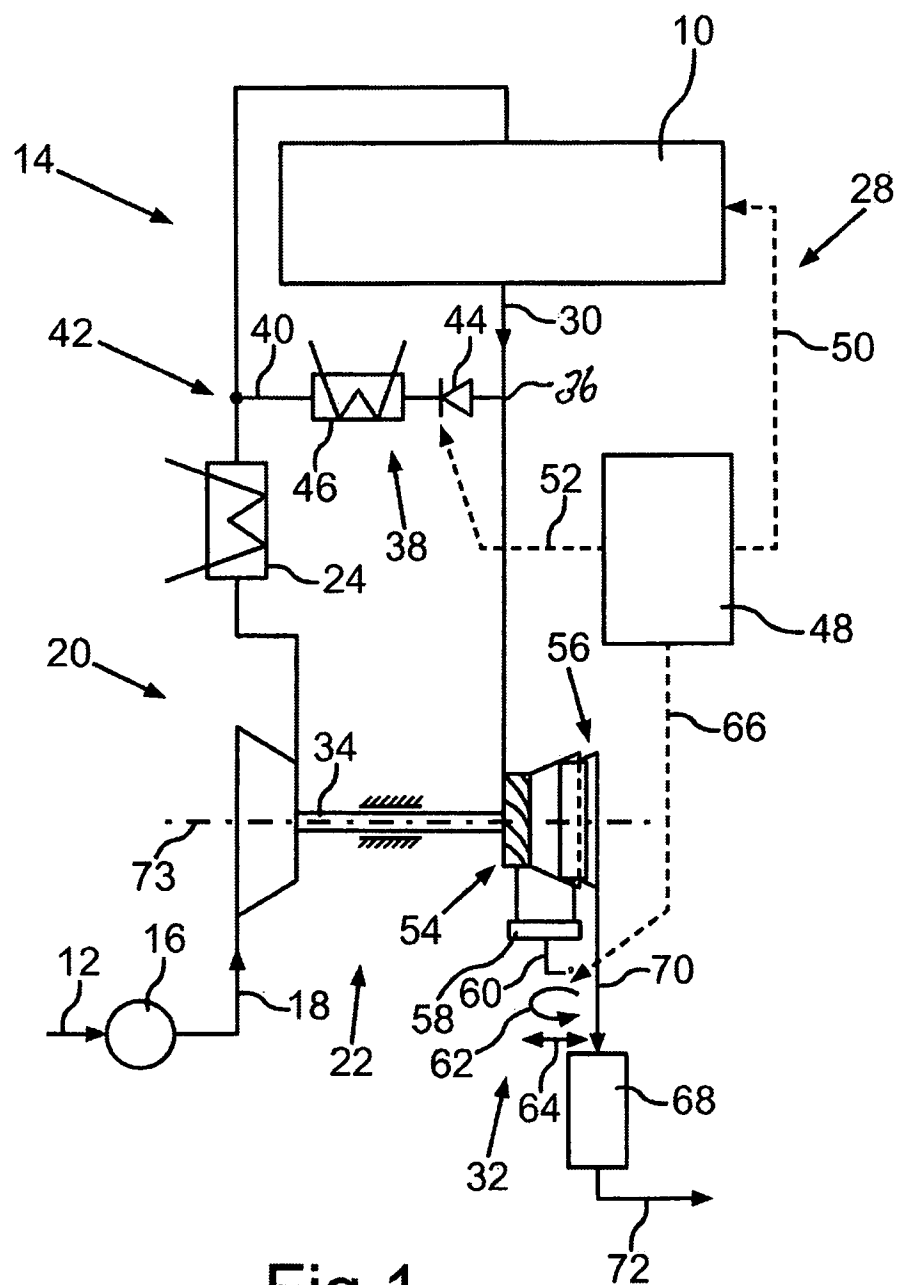
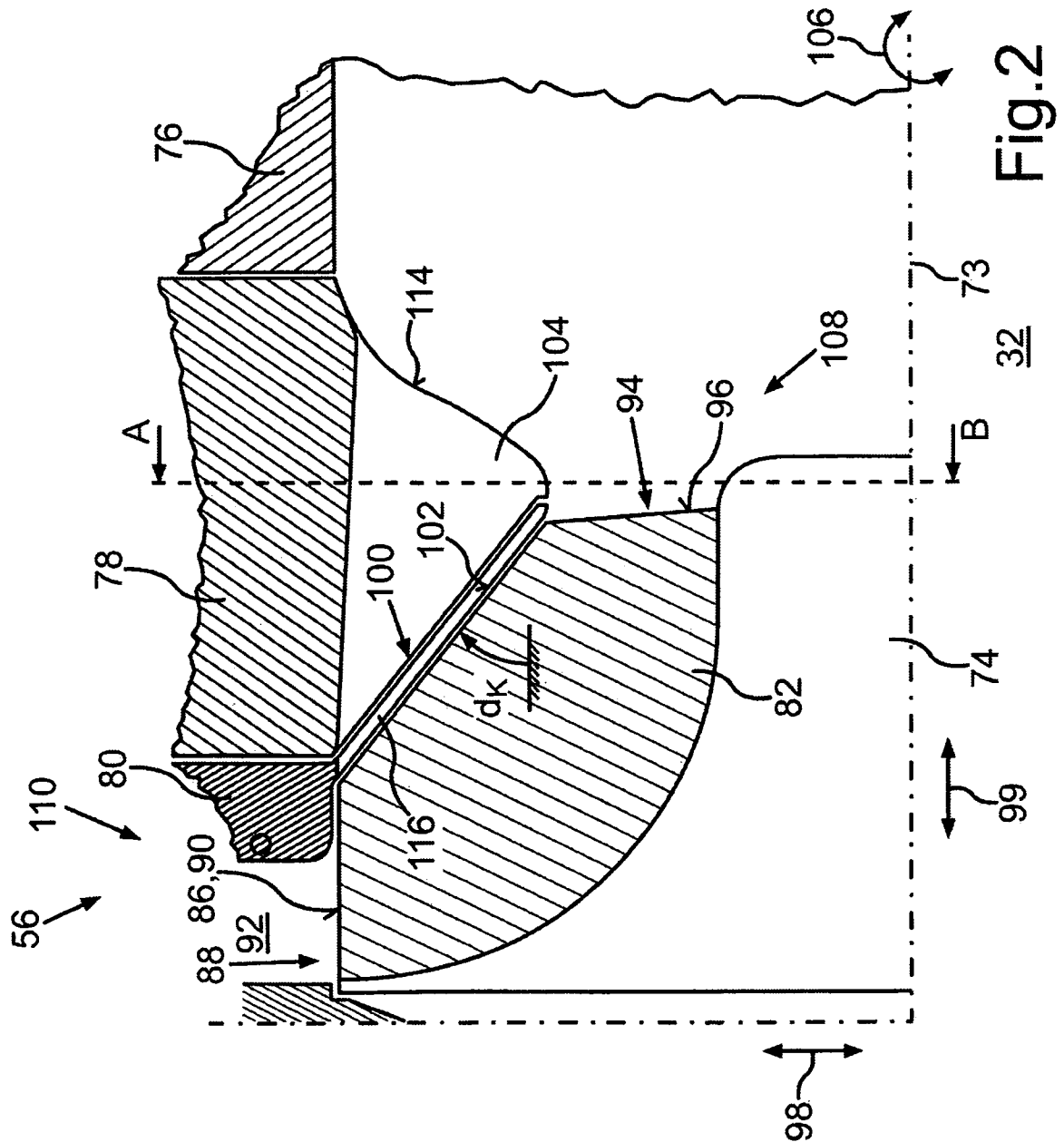


Fig.1



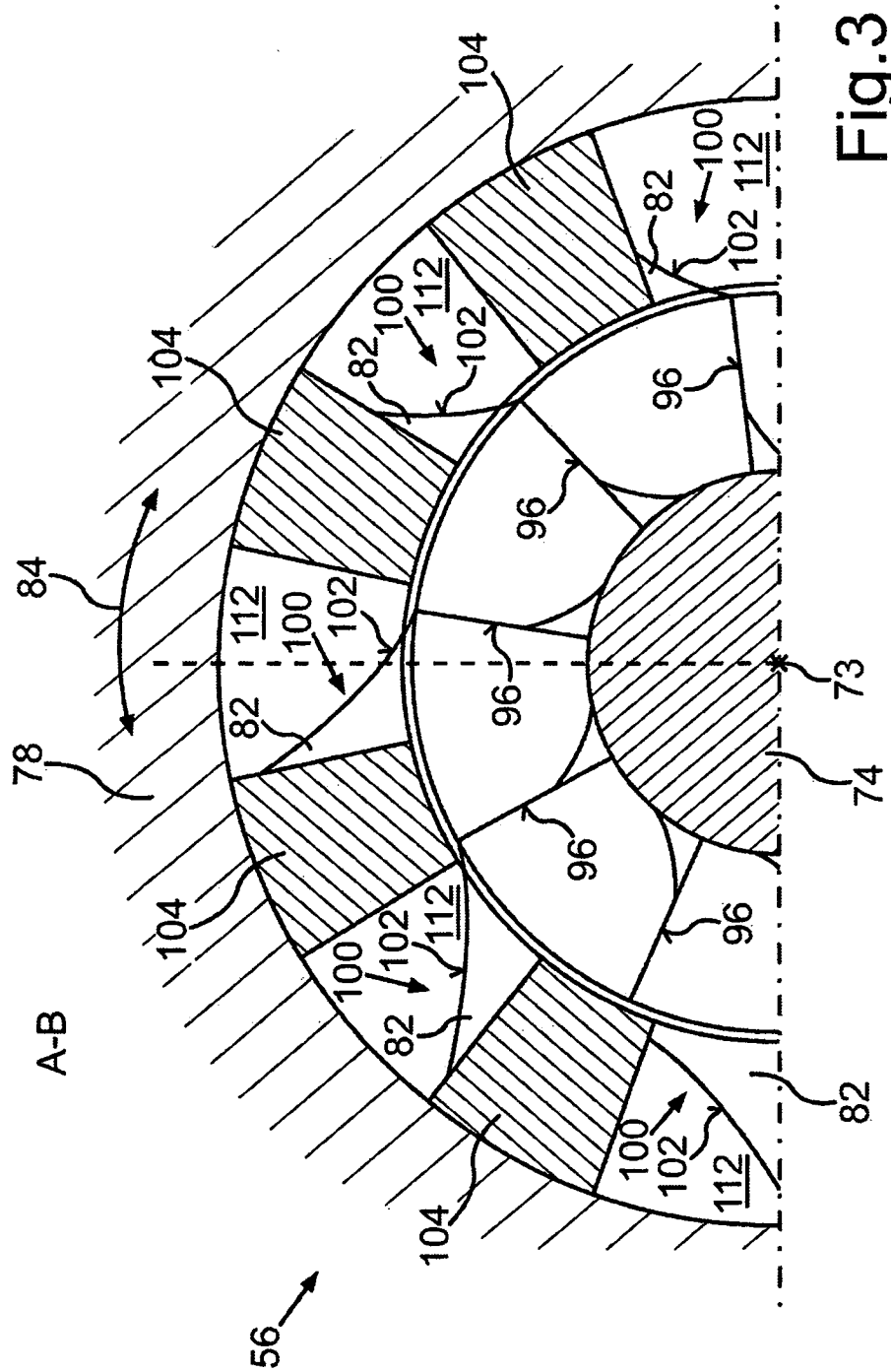


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/006095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D17/14 F02C6/12
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)
F02C 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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 049782 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8 April 2010 (2010-04-08)	1
Y	figure 2	2,3,5-10
X	WO 2006/105804 A1 (HONEYWELL INT INC [US]; PETITJEAN DOMINIQUE [FR]) 12 October 2006 (2006-10-12)	1
Y	figures 1A,1B,2A-2C, 3A-3C	2,3,5-10
X	US 3 355 878 A (RUDOLPH BIRMANN) 5 December 1967 (1967-12-05)	1
Y	figure 1	2,3,5-10
Y	EP 1 584 796 A2 (HOLSET ENGINEERING CO [GB]) 12 October 2005 (2005-10-12) paragraph [0017] figures 3,4	2,5-10
	-/-	



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 document 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

9 February 2012

Date of mailing of the international search report

17/02/2012

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

Klados, Iason

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/006095

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2009 023488 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) figure 1 -----	3,7-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/006095

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008049782 A1	08-04-2010	DE 102008049782 A1	08-04-2010
		US 2011131976 A1	09-06-2011
		WO 2010040437 A2	15-04-2010

WO 2006105804 A1	12-10-2006	EP 1866534 A1	19-12-2007
		US 2009151350 A1	18-06-2009
		WO 2006105804 A1	12-10-2006

US 3355878 A	05-12-1967	NONE	

EP 1584796 A2	12-10-2005	CN 1680683 A	12-10-2005
		EP 1584796 A2	12-10-2005
		JP 2005299660 A	27-10-2005
		KR 20060046675 A	17-05-2006
		US 2005260067 A1	24-11-2005

DE 102009023488 A1	02-12-2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01D17/14 F02C6/12
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02C 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 049782 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8. April 2010 (2010-04-08)	1
Y	Abbildung 2	2,3,5-10

X	WO 2006/105804 A1 (HONEYWELL INT INC [US]; PETITJEAN DOMINIQUE [FR]) 12. Oktober 2006 (2006-10-12)	1
Y	Abbildungen 1A,1B,2A-2C, 3A-3C	2,3,5-10

X	US 3 355 878 A (RUDOLPH BIRMANN) 5. Dezember 1967 (1967-12-05)	1
Y	Abbildung 1	2,3,5-10

Y	EP 1 584 796 A2 (HOLSET ENGINEERING CO [GB]) 12. Oktober 2005 (2005-10-12) Absatz [0017] Abbildungen 3,4	2,5-10

	-/-	

☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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

9. Februar 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/02/2012

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

Klados, Iason

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2009 023488 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) Abbildung 1 -----	3,7-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006095

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008049782 A1	08-04-2010	DE 102008049782 A1	08-04-2010
		US 2011131976 A1	09-06-2011
		WO 2010040437 A2	15-04-2010

WO 2006105804 A1	12-10-2006	EP 1866534 A1	19-12-2007
		US 2009151350 A1	18-06-2009
		WO 2006105804 A1	12-10-2006

US 3355878 A	05-12-1967	KEINE	

EP 1584796 A2	12-10-2005	CN 1680683 A	12-10-2005
		EP 1584796 A2	12-10-2005
		JP 2005299660 A	27-10-2005
		KR 20060046675 A	17-05-2006
		US 2005260067 A1	24-11-2005

DE 102009023488 A1	02-12-2010	KEINE	
