

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2012 207 885	A1
DE	11 2014 006 511	T5
WO	2012/ 156 012	A1

Aufladung von Verbrennungsmotoren. 4. Auflage. Berlin : Springer Vieweg, 2012. S. 298-290. - ISBN 978-3-642-28989-7

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Turbolader für eine Brennkraftmaschine.

[0002] Abgasturbolader werden vermehrt zur Leistungssteigerung bei Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren eingesetzt. Dies geschieht immer häufiger mit dem Ziel, den Verbrennungsmotor bei gleicher oder gar gesteigerter Leistung in Baugröße und Gewicht zu reduzieren und gleichzeitig den Verbrauch und somit den CO₂-Ausstoß, im Hinblick auf immer strenger werdende gesetzliche Vorgaben diesbezüglich, zu verringern. Das Wirkprinzip besteht darin, die im Abgasstrom enthaltene Energie zu nutzen, um einen Druck in einem Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors zu erhöhen und so eine bessere Befüllung eines Brennraumes des Verbrennungsmotors mit Luft-Sauerstoff zu bewirken. Somit kann mehr Treibstoff, wie Benzin oder Diesel, pro Verbrennungsvorgang umgesetzt werden, also die Leistung des Verbrennungsmotors erhöht werden.

[0003] Dazu weist der Abgasturbolader eine im Abgastrakt des Verbrennungsmotors angeordnete Abgasturbine, einen im Ansaugtrakt angeordneten Frischluftverdichter und ein dazwischen angeordnetes Läuferlager auf. Die Abgasturbine weist ein Turbinengehäuse und ein darin angeordnetes, durch den Abgasmassenstrom angetriebenes Turbinenlaufrad auf. Der Frischluftverdichter weist ein Verdichtergehäuse und ein darin angeordnetes, einen Ladedruck aufbauendes Verdichterlaufrad auf. Das Turbinenlaufrad und das Verdichterlaufrad sind auf den sich gegenüberliegenden Enden einer gemeinsamen Welle, der sogenannten Läuferwelle, drehfest angeordnet und bilden so den sogenannten Turbolader Laufer. Die Läuferwelle erstreckt sich axial zwischen Turbinenlaufrad und Verdichterlaufrad durch das zwischen Abgasturbine und Frischluftverdichter angeordnete Läuferlager und ist in diesem, in Bezug auf die Läuferwellenachse, radial und axial drehgelagert. Gemäß diesem Aufbau treibt das vom Abgasmassenstrom angetriebene Turbinenlaufrad über die Läuferwelle das Verdichterlaufrad an, wodurch der Druck im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors, bezogen auf den Frischluftmassenstrom hinter dem Frischluftverdichter, erhöht und dadurch eine bessere Befüllung des Brennraumes mit Luft-Sauerstoff bewirkt wird.

[0004] Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, ist es, ein Konzept für einen Turbolader anzugeben, welches zu einem effizienten Betrieb beiträgt.

[0005] Es wird ein Turbolader für eine Brennkraftmaschine offenbart. Der Turbolader weist ein Lagergehäuse auf, in dem eine Läuferwelle drehbar gelagert ist. Weiter ist ein Turbinenrad vorgesehen, welches drehfest auf der Läuferwelle angeordnet ist. Weiter

ist ein Turbinengehäuse vorgesehen, welches mechanisch an dem Lagergehäuse festgelegt ist. Der Turbolader weist zudem einen derart stromabwärts des Turbinenrads angeordneten Ringkatalysator mit einem Katalysatorgehäuse auf, dass ein aus dem Turbinenrad austretender Abgasmassenstrom in den Ringkatalysator einströmen kann. Der Turbolader ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ringkatalysator zusammen mit dem Turbinengehäuse eine integrale Einheit bildet, wobei das Katalysatorgehäuse mit dem Turbinengehäuse verbunden so ist, dass zumindest ein Wandabschnitt des Turbinengehäuses von dem Abgasmassenstrom von zwei Seiten umströmt wird, insbesondere in einem Betriebszustand des Turboladers.

[0006] Der Ringkatalysator ist dadurch integraler Bestandteil des Turbinengehäuses und somit des Turboladers. Integrale Einheit bedeutet beispielsweise, dass der Ringkatalysator integral mit dem Turbinengehäuse verbunden ist. Mit anderen Worten ist der Ringkatalysator an oder in das Turbinengehäuse integriert. Der Ringkatalysator bildet mit dem Turbinengehäuse ein zusammengehöriges Ganzes. Beispielsweise ist das Katalysatorgehäuse ein Teil des Turbinengehäuses oder bildet einen Teil des Turbinengehäuses. Der Ringkatalysator ist beispielsweise nicht als separate Baueinheit zu verstehen, die modular an den Turbolader bzw. das Turbinengehäuse als räumlich nachgeschaltete Einheit angeflanscht ist.

[0007] Das beidseitige Umströmen bedeutet, dass der Abgasmassenstrom einen Wandabschnitt des Turbinengehäuses im Betrieb des Turboladers zunächst von einer ersten Seite, etwa Innenseite des Turbinengehäuses, umströmt oder entlang dieser strömt, und anschließend den Wandabschnitt von einer zweiten Seite, etwa einer Außenseite des Turbinengehäuses, umströmt oder entlang dieser strömt. Umströmen kann auch als anströmen bezeichnet werden. Mit anderen Worten wird eine Strömung des Abgasmassenstroms an zwei gegenüberliegenden Seiten des Wandabschnitts begrenzt. Ein Strömungspfad des Abgasmassenstroms verläuft zunächst innerhalb des Turbinengehäuses durch das Turbinenrad. Stromabwärts des Turbinenrads verläuft der Pfad durch den Ringkatalysator. Dabei verläuft der Pfad durch ein Katalysatorelement des Ringkatalysators. Nach Verlassen des Katalysatorelements umströmt der Abgasmassenstrom den Wandabschnitt von der zweiten Seite. Mit anderen Worten strömt der Abgasmassenstrom vor dem Eintritt in den Ringkatalysator und nach dem Austritt aus dem Katalysatorelement des Ringkatalysators um einen vorbestimmten Wandabschnitt des Turbinengehäuses von zwei unterschiedlichen Seiten. Wandabschnitt des Turbinengehäuses bedeutet einen Gehäuseabschnitt des Turbinengehäuses. Im Falle, dass das Katalysatorgehäuse einen Teil des Turbinengehäuses bildet und den Wandabschnitt aufweist, ist der

Wandabschnitt dennoch als Teil des Turbinengehäuses zu sehen. Mit anderen Worten ist der Wandabschnitt ein Gehäuseelement, was zumindest teilweise das Turbinenrad umgibt und/oder eine Abgasvolute begrenzt.

[0008] Aktuelle und zukünftige Emissionsgrenzwerte für Abgas lassen sich ohne Abgasnachbehandlung nicht darstellen. Typischerweise treten beim Einsatz von Katalysatoren als Abgasnachbehandlungssysteme, insbesondere herkömmlichen Katalysatoren, zahlreiche Herausforderungen auf, etwa mit Hinblick auf ein Kaltstartverhalten, einen sogenannten Katalysator Light-Off (dies bedeutet die Zeit, die bei einem Kaltstart des Turboladers bzw. eines Kraftfahrzeugs vergeht, bis der Katalysator seine Betriebstemperatur erreicht hat und dann die Katalyse, also die Schadstoffreduktion, wirksam ist, auch Ansprechzeit des Katalysators genannt), eine Anströmung des Katalysators, einen Bauraum, eine thermodynamische Beanspruchung, einen Abgasgegendruck und weitere. So wäre beispielsweise bei herkömmlichen Katalysatoren eine Konvertierung durch eine inhomogene Zuströmung - insbesondere bei einem geöffneten Wastegateventil - nicht ideal.

[0009] Der beschriebene Turbolader ermöglicht aufgrund des integrierten Ringkatalysators eine Reihe von Vorteilen, insbesondere im Vergleich zu herkömmlich über Flansch- und/oder ein oder mehrere zusätzliche Rohrverbindungen angeschlossene Katalysatoren.

[0010] Es wird zu einer kompakten, thermodynamisch vorteilhaften Bauweise beigetragen. Weiter wird zu einem verbesserten Turbinenwirkungsgrad beigetragen. Weiter kann ein geringerer Abgasgegendruck realisiert werden. Es wird weiter zu einer besseren Durchmischung des Abgasmassenstroms, der das Turbinenrad durchströmt, mit dem Abgasmassenstrom, der über einen Wastegatekanal am Turbinenrad vorbeigeleitet wird, beigetragen. Weiter wird zu einer günstigen Einleitung des durch den Wastegatekanal strömenden Abgasmassenstroms beigetragen. Dies bedeutet, dass der über den Wastegatekanal strömende Abgasstrom an einer geeigneten Position stromabwärts des Turbinenrads in den Hauptmassenstrom eingeleitet werden kann. Dies trägt dazu bei, Druckverluste minimal zu halten, eine Beeinflussung des Hauptmassenstroms zu reduzieren und eine gute Einmischung der Ströme vor Erreichen des Katalysatorelements sicherzustellen. Durch die Integration von Turbine und Katalysator sind diesbezüglich mehr Freiheitsgrade als bei separierten Bauteilen ermöglicht.

[0011] Weiterhin ist durch die Integration des Ringkatalysators eine besonders günstige Kanalgeometrie hinsichtlich der Strömungsführung des Abgasmassenstroms nach dem Austreten aus dem Turbi-

nenrad ermöglicht. Mit anderen Worten kann die Strömung nach der Turbinenstufe optimal für das Einstromen und Durchströmen des Ringkatalysators ausgelegt werden.

[0012] Weiterhin kann ein Diffusor für den Abgasmassenstrom stromabwärts des Turbinenrads vorgesehen sein. Neben den thermodynamischen Vorteilen, die durch eine effiziente Strömungsverzögerung eines solchen Diffusors erreicht werden können, wird auch eine Verbesserung der Katalysator-Effizienz aufgrund einer besonders gleichmäßigen Strömungsbeaufschlagung ermöglicht.

[0013] So ermöglicht der beschriebene Turbolader weiter einen besonders geringen Bauraumbedarf. Weiter ist eine externe als auch interne Wastegate-Einleitung ermöglicht, wodurch weitere Vorteile erschlossen werden. Beispielsweise kann so auf einfache Weise ein Diffusor mit integrierter Wastegate-Einstromung nach dem Turbinenrad realisiert werden. Dies kann erheblich zu einer Wirkungsgradsteigerung der Turbine beitragen.

[0014] Bei dem Ringkatalysator handelt es sich um einen Katalysator, in dessen Kern ein Innenrohr angeordnet ist, dass den Ringkatalysator im Wesentlichen über eine gesamte axiale Länge durchzieht. Auf dieser zusätzlichen Rohrstrecke vermischt sich der Abgasstrom besonders gut. An einem axialen Ende des Innenrohres, dem Turbinenrad abgewandt, wird das Gas um 180° umgelenkt und durchströmt nun - in entgegengesetzter Richtung - den katalytisch wirksamen Teil, der das Innenrohr wie eine Manschette umschließt. Von außen sind das Innenrohr und das aktive Katalysatorelement von dem Katalysatorgehäuse umgeben.

[0015] Das Katalysatorgehäuse des Ringkatalysators ist beispielsweise mechanisch mit dem Turbinengehäuse verbunden. Es kann fest, etwa unlösbar, mit dem Turbinengehäuse verbunden sein. Beispielsweise sind die beiden Gehäuseteile verschweißt. Anders ausgedrückt ist das Katalysatorgehäuse unmittelbar mit dem Turbinengehäuse verbunden. Es bieten sich aber auch andere Verbindungstechniken wie Verschrauben zum Verbinden der beiden Gehäuseteile an.

[0016] Das beidseitige Umströmen ist beispielsweise dadurch ermöglicht, dass das Katalysatorgehäuse des Ringkatalysators das Turbinengehäuse zumindest teilweise umgibt. Der umgebene Teil des Turbinengehäuses bildet den oben erwähnten beidseitig umströmten Wandabschnitt. Umgibt bedeutet, dass das Katalysatorgehäuse das Turbinengehäuse zumindest teilweise axial bezüglich einer Läuferdrehachse der Läuferwelle umgibt bzw. überlappt. Mit anderen Worten ist das Turbinengehäuse zumindest teilweise innerhalb des Katalysatorgehäuses ange-

ordnet, etwa eingekapselt. Mit wieder anderen Worten ist das Katalysatorgehäuse um das Turbinengehäuse zumindest teilweise geführt. Als Turbinengehäuse wird beispielsweise ein Gehäuse oder Gehäuseabschnitt verstanden, welches an dem Lagergehäuse des Turboladers festgelegt ist und zumindest das Turbinenrad unmittelbar umgibt. Beispielsweise ist ein Turbinenauslass für den Abgasmassenstrom zum Austritt aus dem Turbinengehäuse von dem Katalysatorgehäuse umgeben. Beispielsweise umgibt das Katalysatorgehäuse das Turbinengehäuse derart, dass zumindest das Turbinenrad teilweise axial bzgl. der Läuferdrehachse überlappt ist.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform weist das Turbinengehäuse zumindest eine Abgasvolute auf und das Katalysatorgehäuse umgibt das Turbinengehäuse im Bereich der zumindest einen Abgasvolute zumindest teilweise. Beispielsweise ist das Katalysatorgehäuse an eine äußere Formgebung des Turbinengehäuses zumindest im Bereich der Abgasvolute oder der mehreren Abgasvoluten angepasst. Beispielsweise umgibt das Katalysatorgehäuse das Turbinengehäuse vollständig, so dass letzteres vollständig eingekapselt ist. Eine derartige Anordnung trägt zu den obigen Vorteilen und Funktionen bei.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform dient das Katalysatorgehäuse zumindest teilweise als Isolierung des Turbinengehäuses oder ist zumindest teilweise als Isolierung für das Turbinengehäuse ausgebildet. Dadurch wird ein Wärmeübertrag aus dem oder in das Turbinengehäuse isoliert oder verzögert. Weiterhin wird zu einer Reduktion thermischer Spannungen im Turbinengehäuse beigetragen, insbesondere wenn das Turbinengehäuse aus einem Gußwerkstoff hergestellt ist. Beispielsweise ist eine Isolierung gerade im Bereich der Abgasvolute sinnvoll, da der Abgasmassenstrom möglichst ohne Wärmeverlust das Turbinenrad durchströmen sollte.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform weist der Ringkatalysator ein innerhalb des Katalysatorgehäuses angeordnetes Innenrohr auf, welches zumindest teilweise bezüglich einer Längsachse des Innenrohres von einem im Katalysatorgehäuse angeordneten Katalysatorelement umgeben ist, wobei das Turbinengehäuse und/oder das Innenrohr des Ringkatalysators einen Abgasabführkanal stromabwärts des Turbinenrads ausbilden. Der Abgasabführkanal kann auch als Abgasführungskanal bezeichnet werden.

[0020] Dadurch ist der Ringkatalysator fluidisch mit einem Turbinenradaustritt direkt gekoppelt, so dass der Abgasmassenstrom nach Durchströmen des Turbinenrads in das Innenrohr einströmen kann. Beispielsweise ist das Innenrohr fluchtend zu einer Auslassöffnung des Turbinengehäuses an dem Turbinengehäuse direkt angeordnet. Beispielsweise ist das Innenrohr direkt mit dem Turbinengehäuse ver-

bunden, etwa formschlüssig und/oder kraftschlüssig. Das Innenrohr und das Turbinengehäuse bilden somit einen gemeinsamen Abgasabführkanal. Das Innenrohr ist beispielsweise mit dem Abgasabführkanal des Turbinengehäuses verbunden und bildet diesen fort. Bei dem Katalysatorelement handelt es sich um ein katalytisch wirkendes Element oder ein aktives Katalysatorelement. Durch die beschriebene Anordnung sind der Ringkatalysator und das Turbinengehäuse bzw. der Turbolader besonders nah zusammengebaut. Auch ist es denkbar, dass das Katalysatorelement direkt an das Turbinengehäuse stromab des Turbinenrads bezogen auf die Läuferdrehachse anschließt.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform entspricht ein Strömungseintrittsquerschnitt an einem dem Turbinenrad zugewandten Ende des Innenrohres einem Strömungsaustrittsquerschnitt des durch das Turbinengehäuse gebildeten Abgasabführkanals. Dadurch wird ein nahtloser Übergang hinsichtlich des Strömungsquerschnitts ermöglicht. Dies trägt zu einer günstigen Strömungsführung im Kanal bei.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform bleibt ein Strömungsquerschnitt zumindest in dem durch das Turbinengehäuse gebildeten Abgasabführkanal stromabwärts des Turbinenrads konstant. Mit anderen Worten ist der durch das Gehäuse gebildete Kanalabschnitt stromab des Turbinenrads unverändert. Dies trägt zu einer günstigen Strömungsführung im Kanal bei.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform weist der Turbolader einen Diffusor auf, der stromabwärts des Turbinenrads angeordnet ist und ausgebildet ist, den aus dem Turbinenrad austretenden Abgasmassenstrom vor und/oder während des Eintritts in den Ringkatalysator zu verlangsamen. Der Diffusor ist beispielsweise Teil des Abgasabführkanals, in diesen integriert oder in diesem angeordnet. Der Diffusor ermöglicht die eingangs erwähnten Vorteile und Funktionen.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform sind das Turbinengehäuse und/oder das Innenrohr des Ringkatalysators als Diffusor ausgebildet, wobei sich ein Strömungsquerschnitt in zumindest einem Abschnitt des durch das Turbinengehäuse und/oder Innenrohr gebildeten Abgasabführkanals stetig vergrößert. Beispielsweise vergrößert sich der Strömungsquerschnitt bis zu einem maximalen Strömungsquerschnitt des Innenrohres des Ringkatalysators. Beispielsweise ist der Abgasabführkanal kegelförmig in dem zumindest einen Abschnitt ausgebildet. Mit anderen Worten handelt es sich um einen kegelförmigen Diffusor oder einen Diffusorkonus. Das Katalysatorelement ist beispielsweise in dem Bereich des Rohres angeordnet, in dem sich der Strömungsquerschnitt vergrößert. Beispielsweise ist das Katalysatorelement auf dem Diffusorkonus montiert.

Stetige Vergrößerung bedeutet, dass keine Querschnittsprünge vorhanden sind. Dadurch wird eine besonders gute Strömungsführung für den Abgasmassenstrom erreicht.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform ist der Diffusor derart ausgebildet, dass ein Abgasmassenstrom über einen Wastegatekanal in den Abgasabführkanal strömen kann. Mit anderen Worten hat der Diffusor eine integrierte Wastegateeinströmung. Dies trägt besonders zu einer Wirkungsgradsteigerung der Turbine bei.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform entspricht ein Strömungspfad für den aus dem Turbinenrad austretenden Abgasmassenstrom zwischen dem stromabwärtigen Ende des Turbinenrads und dem stromaufwärtigen Ende des Katalysatorelements dem Fünffachen des Strömungsquerschnitts am stromabwärtigen Ende des Turbinenrads oder weniger. Dies trägt zu der Kompaktheit der Anordnung und weiteren oben erwähnten Vorteilen bei.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform weisen das Turbinengehäuse und/oder das Katalysatorgehäuse eine Wärmeisolierung auf, insbesondere sind sie mehrlagig ausgebildet. Beispielsweise wenn das Turbinen- und/oder Katalysatorgehäuse als Blechgehäuse gebildet sind, können zwei oder mehr Lagen Blech und dazwischenliegender Isolierung, etwa Luft oder Isolationsmaterial, vorgesehen sein.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform ist das Katalysatorgehäuse aus einem Blechwerkstoff oder einem Gußwerkstoff gebildet. Optional ist das Turbinengehäuse aus einem Gußwerkstoff oder zumindest teilweise aus einem Blechwerkstoff gebildet. Mit anderen Worten handelt es sich um Blechgehäuse oder Gußgehäuse. Das Turbinengehäuse kann beispielsweise aus einem Aluminiumwerkstoff hergestellt und für eine Wasserkühlung ausgebildet sein.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Turbolader ein oder mehrere weitere Abgasnachbehandlungsvorrichtungen als integrale Bestandteile auf, insb. einen Partikelfilter und/oder einen Oxidationskatalysator.

[0030] Weitere Vorteile und Funktionen sind in der nachfolgenden, ausführlichen Beschreibung von Ausführungsbeispielen offenbart.

[0031] Die Ausführungsbeispiele werden unter Zuhilfenahme der angehängten Figuren nachfolgend beschrieben. Gleichartige oder gleichwirkende Elemente sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Turboladers,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines Turboladers und einem angeschlossenen Ringkatalysator und

Fig. 3 bis Fig. 7 schematischen Schnittansichten von Turboladern mit integriertem Ringkatalysator gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0033] **Fig. 1** zeigt schematisiert einen exemplarischen Abgasturbolader 1 in Schnittdarstellung, der eine Abgasturbine 20, einen Frischluftverdichter 30 und ein Läuferlager 40 aufweist. Die Abgasturbine 20 ist mit einem Wastegateventil 29 ausgestattet und ein Abgasmassenstrom AM ist mit Pfeilen angedeutet. Der Frischluftverdichter 30 weist ein Schub-Umluftventil 39 auf und ein Frischluft-Massenstrom FM ist ebenfalls mit Pfeilen angedeutet. Ein sogenannter Turboladerläufer 10 des Abgasturboladers 1 weist ein Turbinenlaufrad 12 (auch Turbinenrad bezeichnet), ein Verdichterlaufrad 13 (auch Verdichterrad bezeichnet) sowie eine Läuferwelle 14 auf (auch Welle bezeichnet). Der Turboladerläufer 10 rotiert im Betrieb um eine Läuferdrehachse 15 der Läuferwelle 14. Die Läuferdrehachse 15 und gleichzeitig die Turboladerachse 2 (auch Längsachse bezeichnet) sind durch die eingezeichnete Mittellinie dargestellt und kennzeichnen die axiale Ausrichtung des Abgasturboladers 1. Der Turboladerläufer 10 ist mit seiner Läuferwelle 14 mittels zweier Radiallager 42 und einer Axiallagerscheibe 43 gelagert. Sowohl die Radiallager 42 als auch die Axiallagerscheibe 43 werden über Ölversorgungskanäle 44 eines Ölschlusses 45 mit Schmiermittel versorgt.

[0034] In der Regel weist ein gebräuchlicher Abgasturbolader 1, wie in **Fig. 1** dargestellt, einen mehrteiligen Aufbau auf. Dabei sind ein im Abgastrakt des Verbrennungsmotors anordenbares Turbinengehäuse 21, ein im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors anordenbares Verdichtergehäuse 31 und zwischen Turbinengehäuse 21 und Verdichtergehäuse 31 ein Lagergehäuse 41 bezüglich der gemeinsamen Turboladerachse 2 nebeneinander angeordnet und montage-technisch miteinander verbunden.

[0035] Eine weitere Baueinheit des Abgasturboladers 1 stellt der Turboladerläufer 10 dar, der die Läuferwelle 14, das in dem Turbinengehäuse 21 angeordnete Turbinenlaufrad 12 mit einer Laufradbeschaukelung 121 und das in dem Verdichtergehäuse 31 angeordnete Verdichterlaufrad 13 mit einer Laufradbeschaukelung 131 aufweist. Das Turbinenlaufrad 12 und das Verdichterlaufrad 13 sind auf den sich gegenüberliegenden Enden der gemeinsamen Läuferwelle 14 angeordnet und mit dieser drehfest verbunden. Die Läuferwelle 14 erstreckt sich in Richtung der Turboladerachse 2 axial durch das Lagergehäuse 41

und ist in diesem axial und radial um seine Längsachse, die Läuferdrehachse **15**, drehgelagert, wobei die Läuferdrehachse **15** mit der Turboladerachse **2** zusammenfällt.

[0036] Das Turbinengehäuse **21** weist einen oder mehrere ringförmig um die Turboladerachse **2** und das Turbinenlaufrad **12** angeordnete, sich schneckenförmig zum Turbinenlaufrad **12** hin verjüngende Abgas-Ringkanäle, sogenannte Abgasvoluten **22** auf. Diese Abgasvoluten **22** weisen einen jeweiligen oder gemeinsamen, tangential nach außen gerichteten Abgaszuführkanal **23** mit einem Krümmer-Anschlussstutzen **24** zum Anschluss an einen Abgaskrümmer (nicht dargestellt) eines Verbrennungsmotors auf, durch den der Abgasmassenstrom AM in die jeweilige Abgasvolute **22** strömt. Die Abgasvoluten **22** weisen weiterhin jeweils eine zumindest über einen Teil des Innenumfanges verlaufende Spaltöffnung, den sogenannten Abgas-Eintrittsspalt **25**, auf, der in zumindest anteilmäßig radialer Richtung auf das Turbinenlaufrad **12** hin gerichtet verläuft und durch den der Abgasmassenstrom AM auf das Turbinenlaufrad **12** strömt.

[0037] Das Turbinengehäuse **21** weist weiterhin einen Abgasabführkanal **26** auf, der vom axialen Ende des Turbinenlaufrades **12** weg in Richtung der Turboladerachse **2** verläuft und einen Auspuff-Anschlussstutzen **27** zum Anschluss an das Auspuffsystem (nicht dargestellt) des Verbrennungsmotors aufweist. Über diesen Abgasabführkanal **26** wird der aus dem Turbinenlaufrad **12** austretende Abgasmassenstrom AM in das Auspuffsystem des Verbrennungsmotors abgeführt.

[0038] Über einen bestimmten Bereich hinweg, zwischen Abgas-Eintrittsspalt **25** und Abgasabführkanal **26**, folgt die radiale Innenkontur des Turbinengehäuses **21** der Außenkontur des darin aufgenommenen Turbinenlaufrades **12**. Dieser Bereich der Innenkontur des Turbinengehäuses **21** wird als Turbinen-Dichtkontur **28** bezeichnet und bewirkt, dass der Abgasmassenstrom AM möglichst vollständig durch die Laufradbeschaufelung **121** des Turbinenlaufrades **12** strömt und nicht daran vorbei. Insofern ist es erforderlich, dass zwischen Dichtkontur **28** des Turbinengehäuses **21** und Außenkontur des Turbinenlaufrades **12** im Betrieb ein möglichst kleiner Spalt gewährleistet ist, der zwar ein freies Drehen des Turbinenlaufrades **12** erlaubt, jedoch die Umströmungsverluste auf ein Minimum beschränkt.

[0039] Eine entsprechende Bypass-Ventil-Einrichtung auf der Turbinenseite wird als Wastegate-Ventil bezeichnet. Das Wastegate-Ventil **29** verbindet den Abgaszuführkanal **23** in Strömungsrichtung des Abgasmassenstroms AM vor dem Turbinenlaufrad **12** mit dem Abgasabführkanal **26** in Strömungsrichtung des Abgasmassenstroms AM hinter dem Turbinen-

laufrad **12** über einen Wastegatekanal **291** im Turbinengehäuse **21**.

[0040] Weitere Details des Turboladers **1** werden nicht näher erläutert.

[0041] Fig. 2 zeigt eine Anordnung eines Turboladers **1** und eines Ringkatalysators **50** in einer schematischen Schnittansicht. In der dargestellten Anordnung ist der Ringkatalysator **50** als nachgeschaltetes Abgasnachbehandlungsverfahren an das Turbinengehäuse **21** angeflanscht, beispielsweise an den Auspuff-Anschlussstutzen **27**. Der Ringkatalysator **50** ist somit fluidisch mit dem Turbinengehäuse **21**, insb. dem Abgasabführkanal **26** gekoppelt. Der Ringkatalysator **50** hat ein Innenrohr **51**, ein Katalysatorelement **53** und ein Katalysatorgehäuse **52**, in welchem das Innenrohr **51** und das Katalysatorelement **53** eingeschlossen sind. Das Innenrohr **51** ist zumindest teilweise bezüglich einer Längsachse des Innenrohrs **51** manschettenartig von dem Katalysatorelement **53** umgeben, wobei die Längsachse im Beispiel mit der Turboladerachse **2** zusammenfällt.

[0042] Der Abgasmassenstrom AM strömt entsprechend den eingezeichneten Pfeilen nach Durchströmen des Turbinenrads **12** zunächst durch das Innenrohr **51**, welches im Wesentlichen die ganze axiale Länge des Ringkatalysators **50** bezüglich der Läuferdrehachse **15** durchzieht. Auf dieser zusätzlichen Rohrstrecke vermischt sich der Abgasmassenstrom AM besonders gut. Am stromabwärtigen Ende **57** des Innenrohrs **51** wird der Abgasmassenstrom AM um 180° umgelenkt und durchströmt nun das Katalysatorelement **53**, welches das Innenrohr **51** wie eine Manschette umschließt. Nach Durchströmen des Katalysatorelements **53** verlässt der Abgasmassenstrom AM den Ringkatalysator **50** über einen Auslass (nicht dargestellt).

[0043] Fig. 3 bis Fig. 7 zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen der Ringkatalysator **50** mit dem Turbinengehäuse **21** und somit dem Turbolader **1** eine integrale Einheit bildet. Allen Ausführungsbeispielen ist gemein, dass der Ringkatalysator **50** axial bezüglich der Turboladerachse **2** näher an den Turbolader **1** angeordnet ist, wobei das Turbinengehäuse **21** und das Katalysatorgehäuse **52** ein zusammengehöriges Ganzes bilden. Insbesondere zeichnet alle Beispiele aus, dass das Turbinengehäuse **21** einen Wandabschnitt aufweist, der von zwei Seiten, also beidseitig, von dem Abgasmassenstrom AM im Betrieb umströmt bzw. angeströmt wird. Weiterhin ist in allen Beispielen auf eine Flanschverbindung und/oder herkömmliche Rohrverbindung zwischen Ringkatalysator **50** und Turbolader **1** verzichtet.

[0044] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist das Turbinengehäuse **21** als Gussgehäuse ausgeführt und bei dem Katalysatorgehäuse **52** handelt es sich

um ein Blechgehäuse. Das Katalysatorgehäuse **52** ist an einem dem Turbinengehäuse **21** zugewandten Ende mit dem Turbinengehäuse **21** verschweißt. Das Katalysatorgehäuse **52** ist zumindest im Bereich des Turbinenrads **12** bezüglich der Turboladerachse **2** um das Turbinengehäuse **21** geführt, wobei zwischen einer Außenseite des Turbinengehäuses **21** und dem Katalysatorgehäuse **52** ein Freiraum oder Hohlraum, der einen Teil eines Abgaskanals darstellt, gebildet ist.

[0045] Das Innenrohr **51** und das Turbinengehäuse **21** bilden gemeinsam einen Abgasabführkanal **26** aus, wobei ein erster Strömungsquerschnitt A1 an einem Turbinengehäuseauslass **54** des Turbinengehäuses **21** einem zweiten Strömungsquerschnitt A2 des Innenrohrs **51** an einem dem Turbinenrad **12** zugewandten, stromaufwärtigen Ende **58** des Innenrohrs **51** entspricht. Insofern wird ein nahtloser Übergang hinsichtlich der Strömungsquerschnitte realisiert.

[0046] Zumindest ein Wandabschnitt **210** des Turbinengehäuses **21**, der einen Teil der Abgasvolute **22** formt, das Turbinenrad **12** umgibt und bis zum Turbinengehäuseauslass **54** reicht, wird von zwei Seiten durch den Abgasmassenstrom AM umströmt. Letzterer strömt folglich zunächst innerhalb des Turbinengehäuses **21** und nach dem Austritt aus dem Katalysatorelement **53** außerhalb des Turbinengehäuses **21** von zwei Seiten um den Wandabschnitt **210**.

[0047] Die Anordnung ermöglicht die eingangs erwähnten Vorteile und Funktionen, insbesondere werden im Vergleich zur Anordnung nach **Fig. 2** ein geringerer Bauraumbedarf, ein verbesserter Turbinenwirkungsgrad, ein geringerer Abgasgegendruck und weitere Vorteile ermöglicht.

[0048] Das in **Fig. 4** gezeigte Ausführungsbeispiel gleicht im Wesentlichen dem der **Fig. 3**, wobei zusätzlich ein Ringkatalysatorauslass **55** für den Abgasmassenstrom AM nach Passieren des Ringkatalysators **50** dargestellt ist. Der Ringkatalysatorauslass **55** überlappt das Turbinengehäuse **21** axial bezüglich der Turboladerachse **2**, was die Kompaktheit und integrale Bauweise der Anordnung unterstreicht. Wiederrum ist analog zu **Fig. 3** der Wandabschnitt **210** des Turbinengehäuses **21** von zwei Seiten umströmt.

[0049] Weiterhin ist die Strömungsgeometrie stromabwärts des Turbinenrads **12** verbessert. Das Turbinengehäuse **21** bildet stromab wieder einen Teil des Abgasabführkanals **26** aus, wobei sich ein dritter Strömungsquerschnitt A3 stromab des Turbinenrads **12** nicht verändert. Mit anderen Worten ist der Strömungsquerschnitt A3 direkt nach dem Turbinenradaustritt des Abgasmassenstroms AM konstant. Zusätzlich ist das Innenrohr **51** des Ringkatalysators **50** als Diffusor **56** ausgebildet, wobei sich der zwei-

te Strömungsquerschnitt A2 des Innenrohrs **51** stetig vergrößert. Dadurch gibt es keine Querschnittssprünge und der Abgasmassenstrom AM wird strömungstechnisch optimal in den Ringkatalysator **50** eingeleitet. Es handelt sich somit um eine optimierte Diffusorgeometrie mittels konischem Diffusor.

[0050] Im Bereich des Diffusors **56** kann wie eingangs erwähnt eine Wastegate-Einströmung vorgesehen sein, beispielsweise ist dort das Wastegateventil **29** angeordnet. Somit ist eine Verbindung über den Wastegatekanal **291** in den Diffusorbereich hergestellt.

[0051] Das ist **Fig. 5** gezeigte Ausführungsbeispiel gleicht im Wesentlichen dem der **Fig. 4**, wobei das Katalysatorgehäuse **52** um das im Ausführungsbeispiel aus Guss gefertigte Turbinengehäuse **21** herumgeführt ist. Insbesondere ist eine Formgebung des Katalysatorgehäuses **52** an eine äußere Kontur des Turbinengehäuses **21** im Bereich der Abgasvolute **22** angepasst. Das Turbinengehäuse **21** ist somit teilweise oder optional vollständig vom Katalysatorgehäuse **52** ummantelt. Dadurch bewirkt das Katalysatorgehäuse **52** eine Isolation und gleichzeitig eine Reduktion thermischer Spannungen wie eingangs erwähnt.

[0052] Gemäß **Fig. 6** ist das Turbinengehäuse **21** zumindest teilweise oder vollständig wie das Katalysatorgehäuse **52** aus Blech gefertigt. Somit ist das Katalysatorgehäuse **52** des Ringkatalysators **50** in das Turbinengehäuse **21** integriert. Das Katalysatorgehäuse **52** bildet einen Teil des Turbinengehäuses **21**. Dies trägt nicht nur zu einer Gewichtseinsparung bei, sondern vereinfacht eine Anbindung von Turbine und Ringkatalysator **50**, da die Elemente in eine gleiche Hülle integriert sind. Zumindest ein Teil des Turbinengehäuses **21** und das Katalysatorgehäuse **52** sind demnach einstückig ausgebildet. Es sei angemerkt, dass auch in diesem Fall eine zumindest gedankliche Trennung von Turbinengehäuse **21** und Katalysatorgehäuse **52** besteht, wie durch die Bezugszeichenwahl in **Fig. 6** gezeigt. Ein das Turbinenrad **12** direkt umgebender Gehäuseteil ist dem Turbinengehäuse **21** zuzurechnen. Wie auch bei den weiteren Ausführungsbeispielen ist demnach eine integrale Einheit gebildet und ein Wandabschnitt **210** des Turbinengehäuses **21** ist wiederum von zwei Seiten umströmt.

[0053] **Fig. 7** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das im Wesentlichen dem gemäß **Fig. 6** entspricht. Dabei sind das Katalysatorgehäuse **52** und/oder das Turbinengehäuse **21** mehrlagig ausgebildet, insbesondere die Blechgehäuse(teile). Zwischen den Lagen kann Luft oder Isolationsmaterial als Isolierung vorgesehen sein.

[0054] Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das Katalysatorgehäuse **52** mittels Schweiß-

verbindung am Turbinengehäuse **21** festgelegt. Es sind jedoch auch andere Verbindungstechniken wie Verschrauben denkbar. Weiterhin kann optional anstelle eine Gusswerkstoffe auch ein anderes Material, etwa ein Aluminiumwerkstoff, für das Turbinengehäuse **21** vorgesehen sein. Auch kann der Ringkatalysator **50**, etwa das Katalysatorgehäuse **52**, optional aus einem anderen Werkstoff gefertigt sein. Weiterhin können die anhand der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale kombiniert oder ausgetauscht werden.

[0055] Weiterhin können optional ein oder mehrere zusätzliche Abgasnachbehandlungsverfahren in die beschriebenen Anordnungen integriert sein, wie eingangs erwähnt.

[0056] Es sei weiterhin erwähnt, dass der in **Fig. 1** erläuterte Turbolader **1** nicht zwingend Voraussetzung für die anhand von **Fig. 3** bis **Fig. 7** beschriebenen Ausführungsbeispiele ist, sondern beispielsweise hinsichtlich einzelner oder mehrerer Merkmale und hinsichtlich der konstruktiven Ausgestaltung variiert sein kann.

Patentansprüche

1. Turbolader (1) für eine Brennkraftmaschine, aufweisend

- ein Lagergehäuse (41), in dem eine Läuferwelle (14) drehbar gelagert ist;
- ein Turbinenrad (12), welches drehfest auf der Läuferwelle (14) angeordnet ist;
- ein Turbinengehäuse (21), welches mechanisch an dem Lagergehäuse (41) festgelegt ist; und
- einen derart stromabwärts des Turbinenrads (12) angeordneten Ringkatalysator (50) mit einem Katalysatorgehäuse (52), dass ein aus dem Turbinenrad (12) austretender Abgasmassenstrom (AM) in den Ringkatalysator (50) einströmen kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringkatalysator (50) zusammen mit dem Turbinengehäuse (21) eine integrale Einheit bildet, wobei das Katalysatorgehäuse (50) mit dem Turbinengehäuse (21) so verbunden ist, dass zumindest ein Wandabschnitt (210) des Turbinengehäuses (21) von dem Abgasmassenstrom (AM) von zwei Seiten umströmt wird.

2. Turbolader (1) nach Anspruch 1, wobei das Katalysatorgehäuse (50) das Turbinengehäuse (21) zumindest teilweise im Bereich des Wandabschnitts (210) umgibt.

3. Turbolader (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Turbinengehäuse (21) zumindest eine Abgasvolute (22) aufweist und das Katalysatorgehäuse (50) das Turbinengehäuse (21) im Bereich der zumindest einen Abgasvolute (22) zumindest teilweise umgibt.

4. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Katalysatorgehäuse (50) zumindest teilweise als Isolierung des Turbinengehäuses (21) dient oder zumindest teilweise als Isolierung für das Turbinengehäuse (21) ausgebildet ist.

5. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ringkatalysator (50) ein innerhalb des Katalysatorgehäuses (50) angeordnetes Innenrohr (51) aufweist, welches zumindest teilweise bezüglich einer Längsachse des Innenrohres (51) von einem im Katalysatorgehäuse (50) angeordneten Katalysatorelement (53) umgeben ist, wobei das Turbinengehäuse (21) und/oder das Innenrohr (51) des Ringkatalysators (50) einen Abgasabführkanal (26) stromabwärts des Turbinenrads (12) ausbilden.

6. Turbolader (1) nach Anspruch 5, wobei ein Strömungseintrittsquerschnitt (A2) an einem dem Turbinenrad (12) zugewandten Ende (58) des Innenrohres (51) einem Strömungsaustrittsquerschnitt (A1) des durch das Turbinengehäuse (21) gebildeten Abgasabführkanals (26) entspricht.

7. Turbolader (1) nach Anspruch 5 oder 6, wobei ein Strömungsquerschnitt (A3) zumindest in dem durch das Turbinengehäuse (21) gebildeten Abgasabführkanal (26) stromabwärts des Turbinenrads (12) konstant bleibt.

8. Turbolader (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, aufweisend einen Diffusor (56), der stromabwärts des Turbinenrads (12) angeordnet ist und ausgebildet ist, den aus dem Turbinenrad (12) austretenden Abgasmassenstrom (AM) vor und/oder während des Eintritts in den Ringkatalysator (50) zu verlangsamen.

9. Turbolader nach Anspruch 8, wobei das Turbinengehäuse (21) und/oder das Innenrohr (51) des Ringkatalysators (50) als Diffusor (56) ausgebildet sind, wobei sich ein Strömungsquerschnitt (A2) in zumindest einem Abschnitt des durch das Turbinengehäuse (21) und/oder Innenrohr (51) gebildeten Abgasabführkanals (26) stetig vergrößert.

10. Turbolader (1) nach Anspruch 9, wobei der Diffusor (56) derart ausgebildet ist, dass ein Abgasmassenstrom (AM) über einen Wastegatekanal (291) in den Abgasabführkanal (26) strömen kann.

11. Turbolader (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, wobei ein Strömungspfad für den aus dem Turbinenrad (12) austretenden Abgasmassenstrom (AM) zwischen dem stromabwärtigen Ende des Turbinenrads (12) und dem stromaufwärtigen Ende des Katalysatorelements dem Fünffachen des Strömungsquerschnitts am stromabwärtigen Ende des Turbinenrads (12) oder weniger entspricht.

12. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Turbinengehäuse (21) und/oder das Katalysatorgehäuse (50) eine Wärmeisolierung aufweisen, insbesondere mehrlagig ausgebildet sind.

13. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Katalysatorgehäuse (50) aus einem Blechwerkstoff oder einem Gußwerkstoff gebildet ist.

14. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Turbinengehäuse, insbesondere der Wandabschnitt (210), aus einem Gußwerkstoff oder zumindest teilweise aus einem Blechwerkstoff gebildet ist.

15. Turbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend ein oder mehrere weitere Abgasnachbehandlungsvorrichtungen als integrale Bestandteile, insb. einen Partikelfilter oder einen Oxidationskatalysator.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

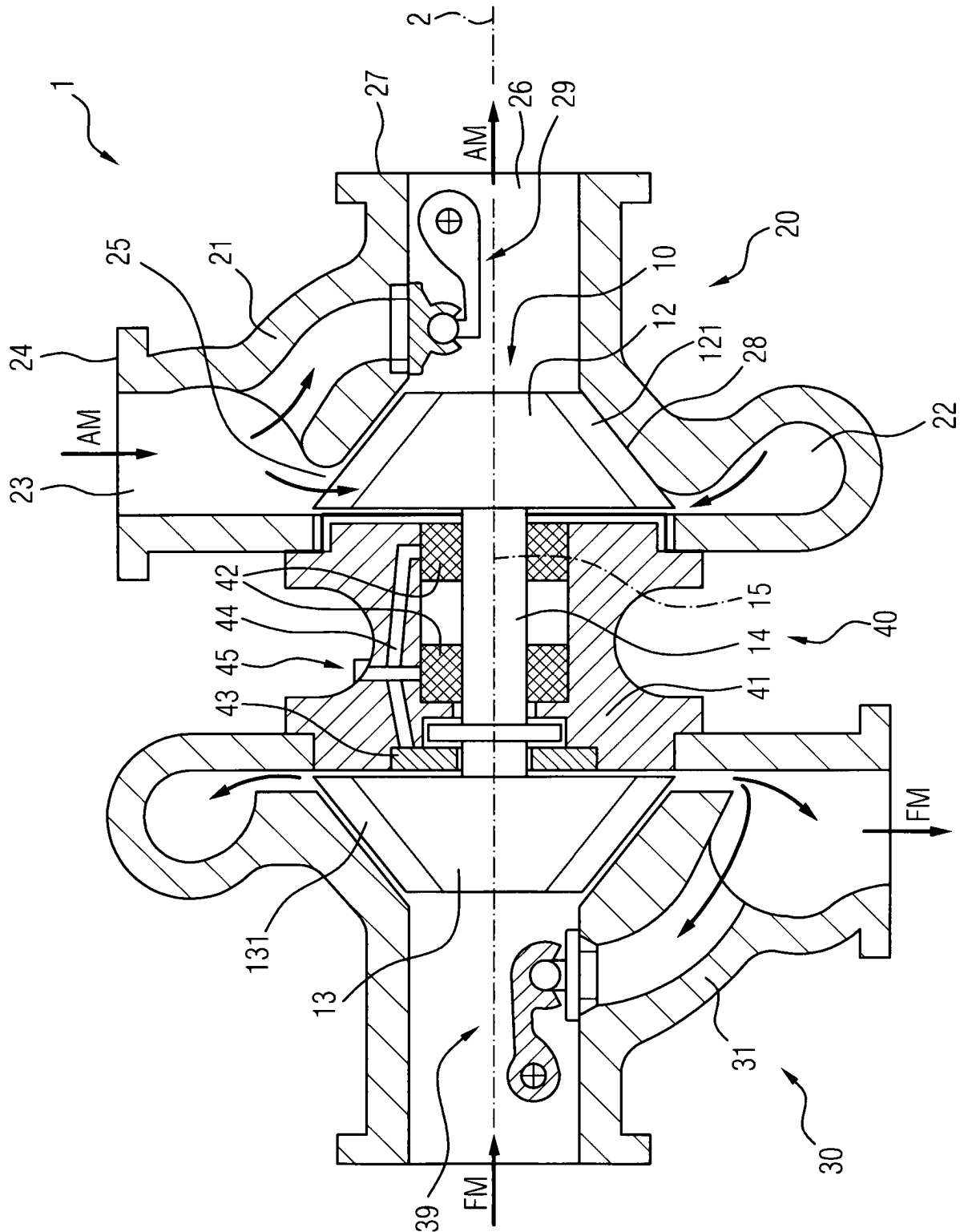


FIG 2

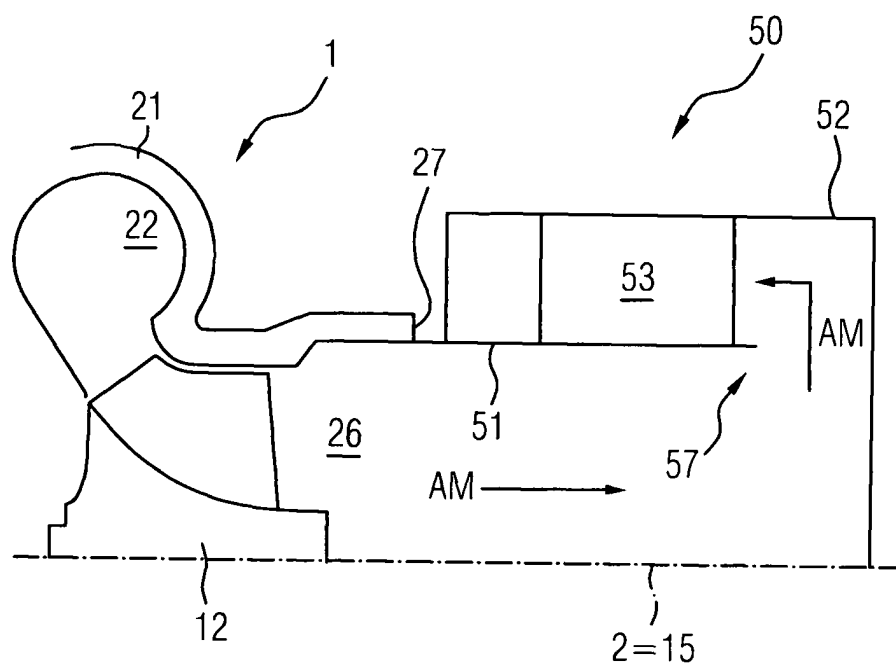


FIG 3

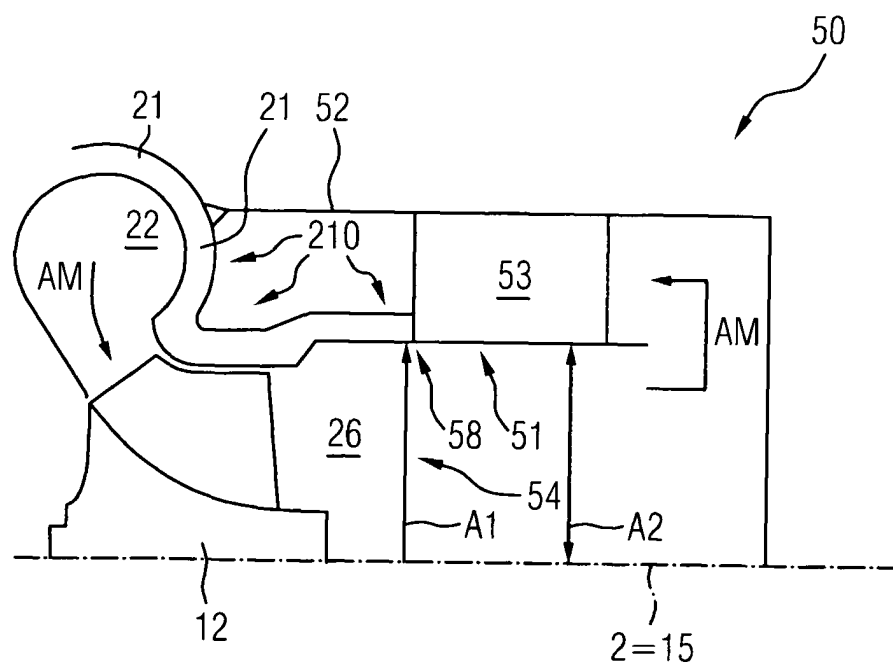


FIG 4

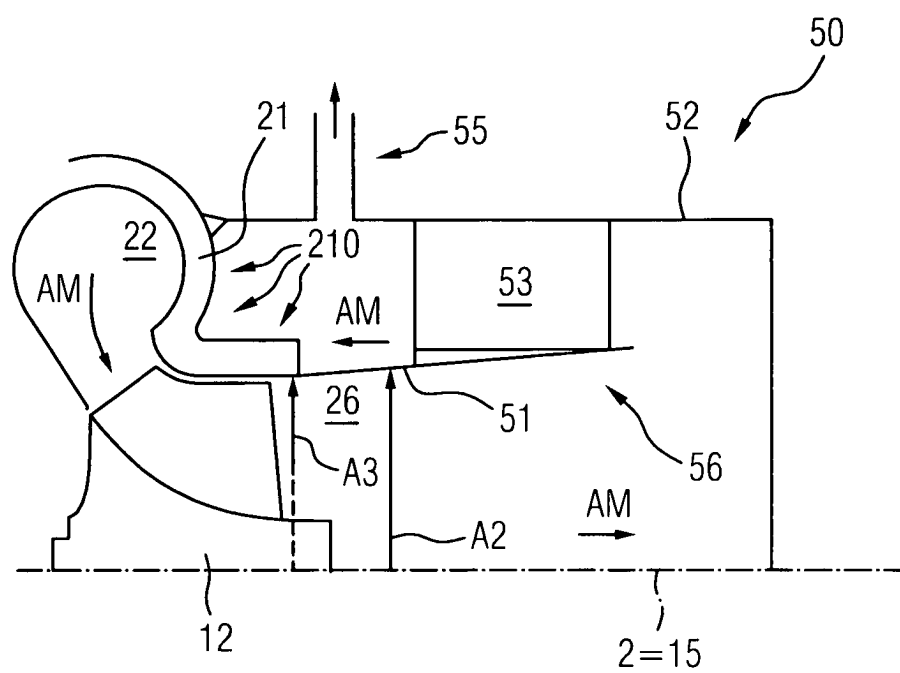


FIG 5

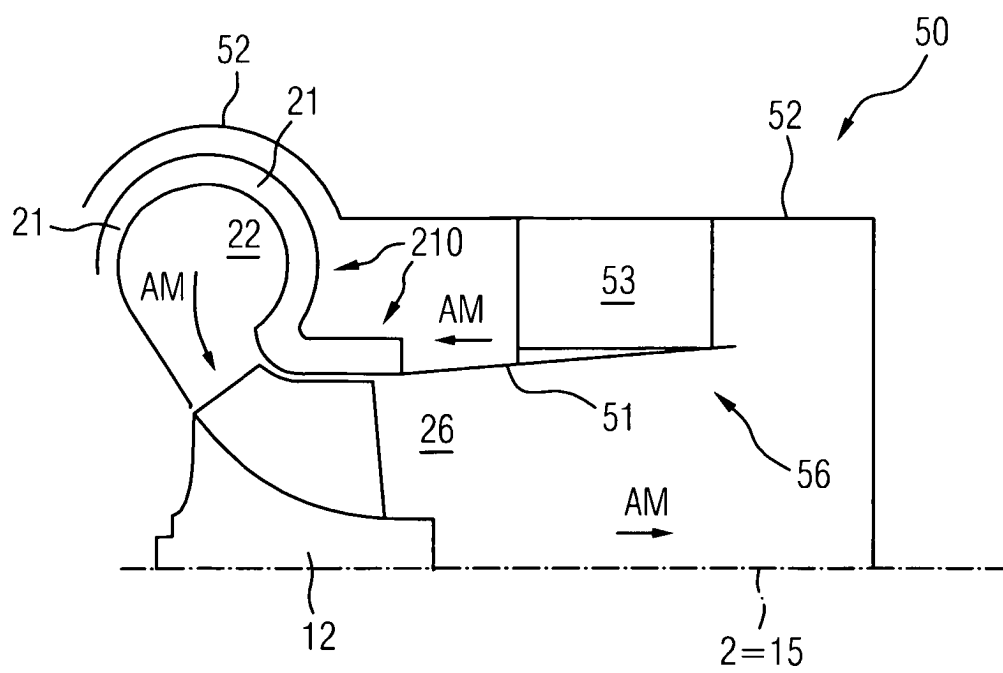


FIG 6

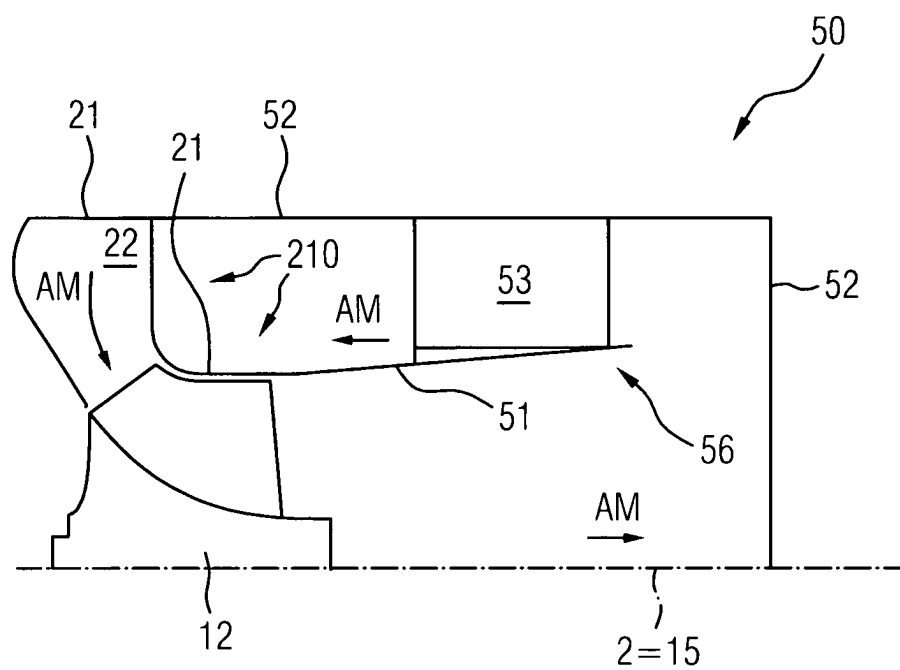


FIG 7

