



(10) **DE 10 2011 004 102 A1** 2011.10.06

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 004 102.8**

(22) Anmeldetag: **15.02.2011**

(43) Offenlegungstag: **06.10.2011**

(51) Int Cl.: **F02M 25/07 (2006.01)**

**F02B 37/00 (2006.01)**

**F02C 6/12 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**12/751,744**

**31.03.2010 US**

(74) Vertreter:

**Dörfler, Thomas, 50735, Köln, DE**

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
US**

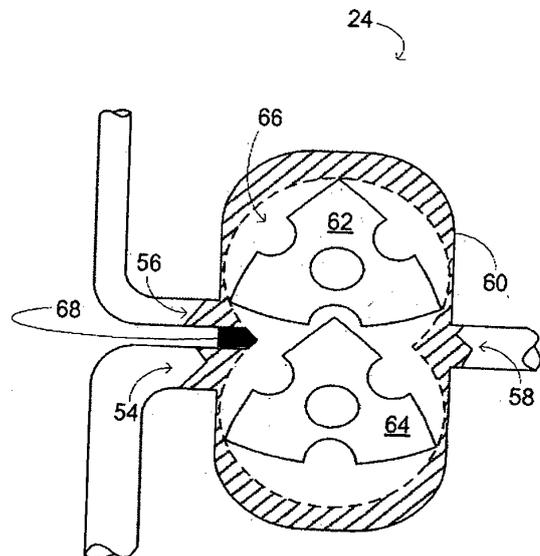
(72) Erfinder:

**Boyer, Brad Alan, Canton, Mich., US; Curtis, Eric  
Warren, Milan, Mich., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Lader mit zwei Einlässen und AGR-Durchflußregelung**

(57) Zusammenfassung: Ein Lader enthält mehrere drehbar in einem Gehäuse montierte Rotoren, einen ersten Einlaß für Luft, einen zweiten Einlaß für rückgeführtes Abgas und einen Durchflußseparator. Der Durchflußseparator ist innerhalb des Gehäuses angeordnet und konfiguriert, mit mindestens einem Rotor der mehreren Rotoren eine gleitende Dichtung auszubilden, wobei die gleitende Dichtung den ersten Einlaß fluidisch von dem zweiten Einlaß mindestens teilweise isoliert und einen Druckausgleich dazwischen verzögert.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Kraftfahrzeugtechnik und insbesondere den Luft-einlaß und die Abgasrückführung in Kraftfahrzeug-motorsystemen.

**[0002]** Ein aufgeladener Motor kann höhere Verbrennungs- und Auspufftemperaturen aufweisen als ein selbstansaugender Motor mit ähnlicher Ausgangsleistung. Solche höheren Temperaturen können erhöhte Stickoxid-Emissionen ( $\text{NO}_x$ ) vom Motor bewirken und können Materialalterung beschleunigen, einschließlich Alterung des Abgasnachbehandlungs katalysators. Die Abgasrückführung (AGR) ist ein Ansatz, um diesen Effekten entgegenzuwirken. AGR funktioniert durch Verdünnen der Ansaugluftmenge mit Abgas, wodurch ihr Sauerstoffgehalt reduziert wird. Wenn die resultierende Luft-Abgas-Mischung anstelle von gewöhnlicher Luft verwendet wird, um die Verbrennung in dem Motor zu unterstützen, kommt es zu niedrigeren Verbrennungs- und Auspufftemperaturen. Die AGR kann auch den Kraftstoffverbrauch bei Benzinmotoren verbessern, indem Drosselverluste und Wärmeabgabe reduziert werden.

**[0003]** Bei aufgeladenen Motorsystemen, die mit einem mechanisch mit einer Turbine gekoppelten Turboladerverdichter ausgestattet sind, kann Abgas durch eine Hochdruck-(HP)AGR-Schleife und/oder durch eine Niederdruck-(LP)AGR-Schleife rückgeführt werden. In der HP-AGR-Schleife wird das Abgas vor der Turbine entnommen und mit der Ansaugluft hinter dem Verdichter vermischt. Bei einer LP-AGR-Schleife wird das Abgas hinter der Turbine entnommen und mit der Ansaugluft vor dem Verdichter gemischt.

**[0004]** Die HP- und LP-AGR-Strategien erreichen einen optimalen Wirkungsgrad in verschiedenen Gebieten des Motorkennfelds. Zudem bietet jede Strategie ihre eigenen Steuersystemherausforderungen. Beispielsweise ist HP-AGR bei niedrigen Lasten am effektivsten, wo der Ansaugunterdruck ausreichend Durchflußpotential liefert. Bei höheren Lasten ist es möglicherweise schwierig, die gewünschte AGR-Durchflußrate aufrechtzuerhalten. Andererseits liefert LP-AGR einen adäquaten Durchfluß von mittleren bis hohen Motorlasten, reagiert jedoch möglicherweise schleppend auf wechselnde Motorlast, Motordrehzahl oder Ansaugluftdurchfluß. Insbesondere bei Benzinmotoren kann eine derartige unzufriedenstellende instationäre Reaktion Verbrennungsinstabilität während TIP-Out-Bedingungen (Lüften des Gaspedals) beinhalten, wenn Frischluft erforderlich ist, um die Verbrennung aufrechtzuerhalten, aber vor dem Drosselventil AGR-verdünnte Luft vorliegt. Zudem kann es während TIP-In-Bedingungen (Treten des Gaspedals) zu einer signifikanten Verzögerung bei

der AGR-Verfügbarkeit kommen, da die in dem Ansaugkrümmer akkumulierte AGR-Menge möglicherweise nicht ausreicht, um die gewünschte Verbrennungs- und/oder Abgasreinigungsleistung bereitzustellen.

**[0005]** Es wurde bereits erkannt, dass das Integrieren eines zweiten Verdichters in ein aufgeladenes Motorsystem die Probleme des Durchflußpotentials und der instationäre Steuerung, wie oben angemerkt, vermindern kann. Beispielsweise beschreibt die US-Patentanmeldungsveröffentlichung 2009/0007563 ein aufgeladenes Dieselmotorsystem, bei dem ein Lader hinter einem Turboladerverdichter angeordnet ist. Der (mechanische) Lader wird teilweise betrieben, um eine Aufladung zu liefern, wenn die Motordrehzahl relativ niedrig ist und der Turbolader nicht die gewünschte Verdichtung liefern kann. Bei den offenbarten Systemen wird die AGR-Durchflußrate gesteuert, indem die Aufladung des Laders und des Turboladers gesteuert werden, was das AGR-Durchflußpotential beeinflusst. Der Turbolader wird weiterhin verwendet, um die AGR aktiv zu pumpen, wenn die Motordrehzahl hoch ist und der Turbolader alleine die gewünschte Verdichtung liefern kann. Während solcher Bedingungen wird Ansaugluftdurchfluß von dem Turboladerverdichter um den Lader herumgeleitet.

**[0006]** Der oben angeführte Ansatz leidet trotz seiner potentiellen Nützlichkeit unter mindestens einem Mangel. Insbesondere werden eingeleitete Luft und AGR durch einen gemeinsamen Einlaß in den Lader eingelassen, wo es vor der Verdichtung zu einem Druckausgleich kommen kann. Folglich hängt die Rate, mit der AGR durch den Lader zugeführt wird, von dem Luftdruck an dem gemeinsamen Einlaß ab, der wiederum von der von dem Turbolader bereitgestellten Aufladehöhe, den Zuständen der verschiedenen Bypass- und Steuerventile und anderen Faktoren abhängt. Diese Abhängigkeiten zu berücksichtigen, kann zu einer komplexen AGR-Steuerstrategie führen.

**[0007]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben erkannt, dass ein speziell konfigurierter Lader verwendet werden kann, um eine Aufladung für ein Motorsystem bereitzustellen und auch eine verbesserte und/oder vereinfachte AGR-Durchflußsteuerung zu ermöglichen.

**[0008]** Dementsprechend besteht eine Ausführungsform für einen Lader aus mehreren Rotoren, die drehbar in einem Gehäuse montiert sind, einem ersten Einlaß für Luft, einem zweiten Einlaß für rückgeführtes Abgas und einem in dem Gehäuse angeordneten Durchflußseparator. Der Durchflußseparator ist konfiguriert, mit einem oder mehreren der Rotoren eine gleitende Dichtung auszubilden. Die gleitende Dichtung isoliert den ersten Einlaß fluidisch min-

destens teilweise von dem zweiten Einlaß und verzögert den Druckausgleich dazwischen. Auf diese Weise kann unerwünschter Druckausgleich zwischen eingeleiteter Luft und AGR vor dem Lader reduziert oder vermieden werden, was zu einer vereinfachten AGR-Durchflußsteuerung führt.

**[0009]** Es versteht sich, dass die obige Zusammenfassung vorgelegt wird, um in vereinfachter Form eine Auswahl von Konzepten einzuführen, die in der ausführlichen Beschreibung, die folgt, näher beschrieben werden. Sie soll keine essentiellen oder Schlüsselmerkmale des beanspruchten Gegenstands identifizieren, dessen Schutzbereich durch die Ansprüche definiert wird, die auf die detaillierte Beschreibung folgen. Weiterhin ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Implementierungen beschränkt, die etwaige hierin angemernte Nachteile lösen.

**[0010]** Die Figuren zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen schematisch Aspekte von beispielhaften Motorsystemen gemäß verschiedener Ausführungsformen dieser Offenbarung.

**[0012]** [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen schematisch Aspekte von beispielhaften Ladern gemäß verschiedener Ausführungsformen dieser Offenbarung.

**[0013]** [Fig. 5](#) veranschaulicht ein Verfahren zum Einleiten von Luft in eine Verbrennungskammer eines aufgeladenen Motors gemäß einer Ausführungsform dieser Offenbarung.

**[0014]** Der Gegenstand dieser Offenbarung wird nun beispielhaft beschrieben. Es wird angemerkt, dass die in dieser Offenbarung enthaltenen Zeichnungen schematisch sind. Ansichten der dargestellten Ausführungsformen sind allgemein nicht maßstabgetreu gezeichnet: Seitenverhältnisse, Merkmalsgröße und die Anzahl von Merkmalen können absichtlich verzerrt sein, damit ausgewählte Merkmale oder Beziehungen leichter zu erkennen sind.

**[0015]** [Fig. 1](#) zeigt schematisch Aspekte eines beispielhaften Motorsystems **10** bei einer Ausführungsform. Beim Motorsystem **10** wird Frischluft über einen Luftfilter **12** eingeleitet und strömt zum Turboladerverdichter **14**. Der Turboladerverdichter ist mechanisch an die Turbine **16** gekoppelt, wobei die Turbine durch Expandieren des Motorabgases aus dem Abgaskrümmer **18** angetrieben wird. Bei einer Ausführungsform können der Turboladerverdichter und die Turbine in einem zweiflutigen Turbolader gekoppelt sein. Bei einer weiteren Ausführungsform kann der Turbolader ein Turbolader mit Verstellgeometrie (VGT) sein, wobei die Turbinengeometrie als Funktion der Motordrehzahl aktiv variiert wird. Von dem Turboladerverdichter strömt die Druckluftmenge durch einen ersten Ladeluftkühler **20** und weiter zum Dros-

selventil **22**. Der erste Ladeluftkühler kann ein beliebiger geeigneter Wärmetauscher sein, der konfiguriert ist, die Luftmenge für die gewünschte Verbrennungs- und Abgassteuerungsleistung zu kühlen.

**[0016]** Hinter dem Drosselventil **22** ist ein Lader **24** angeordnet. Der Lader kann ein beliebiger Ansaugluftverdichter sein – beispielsweise ein motorgetriebener oder antriebswellengetriebener Verdichter. Von dem Lader strömt die Ansaugluft durch einen zweiten Luftladekühler **26** auf dem Weg zum Ansaugkrümmer **28**. Der zweite Luftladekühler kann ein beliebiger geeigneter Wärmetauscher sein, der konfiguriert ist, die Luftmenge auf Temperaturen zu kühlen, die für das Einlassen in den Ansaugkrümmer geeignet sind. Ein Krümmerluftdrucksensor **29** ist an den Ansaugkrümmer gekoppelt und konfiguriert, auf den Druck darin zu reagieren.

**[0017]** Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform ist ein Verdichterbypaßventil **30** zwischen dem Luft-einlaß des Laders **24** und dem Auslaß des zweiten Luftladekühlers **26** angeordnet. Das Verdichterbypaßventil kann ein normalerweise geschlossenes Ventil sein, das konfiguriert ist, auf den Befehl eines Elektroniksteuersystems (siehe dort) zu öffnen, um den überschüssigen Aufladedruck des Laders unter ausgewählten Betriebsbedingungen zu vermindern. Beispielsweise kann das Verdichterbypaßventil während Bedingungen abnehmender Motordrehzahl geöffnet werden, um einen Druckanstieg in dem Lader abzuwenden.

**[0018]** Bei dem Motorsystem **10** sind der Abgaskrümmer **18** und der Ansaugkrümmer **28** jeweils durch eine Reihe von Abgasventilen **34** und Ansaugventilen **36** an eine Reihe von Verbrennungskammern **32** gekoppelt. Bei einer Ausführungsform kann jedes der Abgas- und Ansaugventile elektronisch betätigt werden. Bei einer weiteren Ausführungsform kann jedes der Abgas- und Ansaugventile über Nocken betätigt werden. Ob elektronisch oder über Nocken betätigt, das Timing des Öffnens und Schließens der Abgas- und Ansaugventile kann wie erforderlich für eine gewünschte Verbrennungs- und Abgasreinigungsleistung verstellt werden. Insbesondere kann das Ventiltiming verstellt werden, so dass eine Verbrennung initiiert wird, wenn Abgas von einer vorausgegangenen Verbrennung immer noch in einer oder mehreren Verbrennungskammern vorliegt. Ein derartiges verstelltes Ventiltiming kann einen inneren AGR-Modus ermöglichen, der sich eignet, um Spitzenverbrennungstemperaturen unter ausgewählten Betriebsbedingungen zu reduzieren. Bei einigen Ausführungsformen kann ein verstelltes Ventiltiming zusätzlich zu den im Folgenden beschriebenen äußeren AGR-Modi verwendet werden. Über eine beliebige geeignete Kombination oder Koordination von inneren und äußeren AGR-Modi kann der Ansaugkrümmer dafür ausgelegt werden, unter ausgewähl-

ten Betriebsbedingungen Abgas von den Verbrennungskammern **32** zu empfangen.

**[0019]** **Fig. 1** zeigt ein Elektroniksteuersystem **38**, bei dem es sich um ein beliebiges Elektroniksteuersystem des Fahrzeugs handeln kann. Bei Ausführungsformen, wo mindestens ein Ansaug- oder Abgasventil konfiguriert ist, gemäß einem verstellbaren Timing zu öffnen und zu schließen, kann das verstellbare Timing über das Elektroniksteuersystem gesteuert werden, eine zum Zeitpunkt der Zündung in einer Verbrennungskammer vorliegende Abgasmenge zu regeln. Zum Beurteilen von Betriebsbedingungen in Verbindung mit verschiedenen Steuerfunktionen des Motorsystems kann das Elektroniksteuersystem operativ an mehrere, über das Motorsystem hinweg angeordnete Sensoren gekoppelt sein – Durchflusssensoren, Temperatursensoren, Pedalpositionssensoren, Drucksensoren usw.

**[0020]** In den Verbrennungskammern **32** kann eine Verbrennung über Funkenzündung und/oder Selbstzündung in einer beliebigen Variante initiiert werden. Weiterhin kann den Verbrennungskammern eine beliebige einer Vielzahl von Kraftstoffen zugeführt werden: Benzin, Alkohole, Diesel, Biodiesel, verdichtetes Erdgas usw. Kraftstoff kann den Verbrennungskammern über direkte Einspritzung, Einlaßkanaleinspritzung, Zentraleinspritzung oder eine beliebige Kombination davon zugeführt werden.

**[0021]** Wie oben angemerkt, strömt Abgas von dem Abgaskrümmern **18** zur Turbine **16**, um die Turbine anzutreiben. Wenn ein reduziertes Turbinendrehmoment gewünscht wird, kann ein Teil des Abgases statt dessen unter Umgehung der Turbine durch das Wastegate **40** geleitet werden. Der kombinierte Strom von der Turbine und dem Wastegate strömt dann durch Abgasnachbehandlungseinrichtungen **42** und **44**. Die Natur, Anzahl und Anordnung der Abgasnachbehandlungseinrichtungen kann in den verschiedenen Ausführungsformen dieser Offenbarung differieren. Im Allgemeinen können die Abgasnachbehandlungseinrichtungen mindestens einen Abgasnachbehandlungskatalysator enthalten, der konfiguriert ist, den Abgasstrom katalytisch zu behandeln und dadurch eine oder mehreren Substanzen in dem Abgasstrom zu reduzieren. Beispielsweise kann ein Abgasnachbehandlungskatalysator konfiguriert sein,  $\text{NO}_x$  aus dem Abgasstrom einzufangen, wenn der Abgasstrom mager ist, und das eingefangene  $\text{NO}_x$  zu reduzieren, wenn der Abgasstrom fett ist. Bei anderen Beispielen kann ein Abgasnachbehandlungskatalysator konfiguriert sein,  $\text{NO}_x$  zu disproportionieren oder  $\text{NO}_x$  mit Hilfe eines Reduziermittels selektiv zu reduzieren. Bei noch weiteren Beispielen kann ein Abgasnachbehandlungskatalysator konfiguriert sein, restliche Kohlenwasserstoffe und/oder Kohlenmonoxid in dem Abgasstrom zu oxidieren. Verschiedene Abgasnachbehandlungskatalysatoren mit einer beliebigen derarti-

gen Funktionalität können in Zwischenschichten oder anderweitig in den Abgasnachbehandlungseinrichtungen, entweder separat oder zusammen, angeordnet sein. Bei einigen Ausführungsformen können die Abgasnachbehandlungseinrichtungen einen regenerierbaren Rußfilter enthalten, der konfiguriert ist, Rußpartikel in dem Abgasstrom einzufangen und zu oxidieren.

**[0022]** Weiter in **Fig. 1**: Alles oder ein Teil des behandelten Abgases aus den Abgasnachbehandlungseinrichtungen kann über einen Schalldämpfer **46** in die Umgebung freigesetzt werden. Je nach den Betriebsbedingungen jedoch kann etwas behandeltes Abgas statt dessen durch das AGR-Ventil **48** umgeleitet werden, das vor dem AGR-Kühler **50** angeordnet ist. Der AGR-Kühler kann ein beliebiger geeigneter Wärmetauscher sein, der konfiguriert ist, den Abgasstrom auf zum Mischen in die Ansaugluftmenge geeignete Temperaturen zu kühlen.

**[0023]** Vom AGR-Kühler **50** tritt das gekühlte Abgas in den Lader **24** ein. Wie in **Fig. 1** und den nachfolgenden Zeichnungen gezeigt, enthält der Lader zwei unabhängige Einlässe – einen Lufteinlaß, der konfiguriert ist, Ansaugluft vom Drosselventil **22** einzulassen, und einen AGR-Einlaß, der konfiguriert ist, Abgas vom AGR-Kühler **50** einzulassen. Weiterhin kann der Lader konfiguriert sein, sowohl Luft als auch AGR mit Volumenraten zu pumpen, die größtenteils vom Druck an beiden Einlässen unabhängig sind. Eine derartige Konfiguration liefert signifikante Vorteile hinsichtlich Durchflußsteuerung. Zudem kann der Lader konfiguriert sein, für ein effektives Mischen des Druck-AGR und von Ansaugluft zu sorgen, so dass die an den Ansaugkrümmer gelieferte verdünnte Luftmenge im Wesentlichen homogen ist. Vom Lader **24** strömt die komprimierte Mischung aus Luft und AGR auf dem Weg zum Ansaugkrümmer **28** durch den zweiten Luftladekühler **26**.

**[0024]** Bei einigen Ausführungsformen können das Drosselventil **22**, das Verdichterbypaßventil **30**, das Wastegate **40** und/oder das AGR-Ventil **48** elektronisch gesteuerte Ventile sein, die konfiguriert sind, auf den Befehl des Elektroniksteuersystems **38** hin zu schließen und zu öffnen. Weiterhin können eines oder mehrere dieser Ventile kontinuierlich verstellbar sein. Das Elektroniksteuersystem kann operativ an jedes der elektronisch gesteuerten Ventile gekoppelt und konfiguriert sein, ihr Öffnen, ihr Schließen und/oder ihre Verstellung zu befehlen, so wie es erforderlich ist, um eine beliebige der hierin beschriebenen Steuerfunktionen umzusetzen.

**[0025]** Indem das AGR-Ventil **48** entsprechend gesteuert wird und durch Verstellen des Abgas- und Ansaugventiltimings (siehe dort), kann das Elektroniksteuersystem **38** ermöglichen, dass das Motorsystem **10** Ansaugluft unter variierenden Betriebsbedingun-

gen an die Verbrennungskammern **32** liefert. Diese beinhalten Bedingungen, wo AGR von der Ansaugluft entfällt oder intern (beispielsweise über verstelltes Ventiltiming) an jede Verbrennungskammer bereitgestellt wird, und Bedingungen, wo AGR von einem Niederdruckabnahmepunkt hinter der Turbine **16** abgezogen wird.

**[0026]** Es versteht sich, dass kein Aspekt von [Fig. 1](#) beschränkend sein soll. Insbesondere kann der Niederdruckabnahmepunkt bei ganz mit dieser Offenbarung übereinstimmenden Ausführungsformen differieren. Während [Fig. 1](#) AGR zeigt, das hinter einer Abgasnachbehandlungseinrichtung **44** abgezogen wird, kann die AGR bei anderen Ausführungsformen vor beliebigen oder allen Abgasnachbehandlungseinrichtungen in dem Motorsystem abgezogen werden.

**[0027]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch Aspekte eines weiteren beispielhaften Motorsystems **52** in einer Ausführungsform. Beim Motorsystem **52** ist das AGR-Ventil **48** vor der Turbine **16** anstelle hinter der Turbine, wie im Motorsystem **10**, angeordnet. Dementsprechend ist das Motorsystem **52** konfiguriert, AGR von einem Hochdruckabnahmepunkt abzuziehen.

**[0028]** Verschiedene andere Ausführungsformen neben den in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten werden von dieser Offenbarung eingeschlossen. Sie beinhalten Konfigurationen, die keinen Turboladerverdichter aufweisen, wo die Luftmenge nur über den Lader verdichtet wird. Sie beinhalten auch Konfigurationen, die sowohl eine Hochdruck-AGR-Schleife als auch eine Niederdruck-AGR-Schleife im gleichen Motorsystem bereitstellen. Bei einem derartigen System kann Abgas während verschiedener Betriebsbedingungen durch jede der jeweiligen AGR-Schleifen umgewälzt werden. Somit werden mehrere verschiedene AGR-Modi in Betracht gezogen, die separat oder in Kombination umgesetzt werden können. Bei einer Ausführungsform können die Hochdruck- und Niederdruck-AGR-Schleife vollständig redundant sein, wobei sie separate Kühler, Steuerventile und/oder Sensoren aufweisen. Bei anderen Ausführungsformen können sich die verschiedenen AGR-Schleifen einen oder mehrere Kühler, Steuerventile und/oder Sensoren teilen.

**[0029]** Das Ermöglichen von mehreren AGR-Modi in dem gleichen oder in verschiedenen Motorsystemen liefert mehrere Vorteile. Beispielsweise kann gekühlte LP-AGR für niedertourigen Betrieb verwendet werden. Hier bewegt ein AGR-Strom durch den Turboladerverdichter **14** den Arbeitspunkt von der Pumpengrenze weg. Turbinenleistung wird beibehalten, da die AGR hinter der Turbine abgezogen wird. Andererseits kann gekühlte HP-AGR für den Betrieb im mittleren bis hohen Drehzahlbereich verwendet werden. Unter solchen Bedingungen, wo das Wastegate **40**

möglicherweise teilweise offen ist, verschlechtert ein Abziehen von AGR vor der Turbine nicht die Turboladerleistung. Da keine AGR zu diesem Zeitpunkt durch den Turboladerverdichter abgezogen wird, kann der Arbeitsspielraum zwischen Stop- und Überdrehzahlgrenze beibehalten werden.

**[0030]** [Fig. 3](#) zeigt schematisch Aspekte eines beispielhaften Laders **24** bei einer Ausführungsform. An das stromaufwärtige Ende (Niederdruckende) des Laders sind der Lufteinlaß **54** und der AGR-Einlaß **56** gekoppelt. Der AGR-Einlaß ist der kleinere (d. h. schmalere) der beiden Einlässe. An das stromabwärtige Ende (Hochdruckende) des Laders ist der Auslaß **58** gekoppelt. Der Lufteinlaß kann fluidisch an einen beliebigen geeigneten Ansaugluftkanal des Motorsystems gekoppelt sein, in dem der Lader installiert ist. Gleichmaßen kann der AGR-Einlaß fluidisch an einen beliebigen geeigneten Abgaskanal gekoppelt sein, in dem der Lader installiert ist. Unter Bezugnahme auf das Motorsystem **10** beispielsweise kann der Ansaugluftkanal, an den der Lufteinlaß gekoppelt ist, weiter an das Drosselventil **22** hinter dem Turboladerverdichter **14** gekoppelt sein. Gleichmaßen kann der Abgaskanal, an den der AGR-Einlaß gekoppelt ist, weiter an den Schalldämpfer **46** hinter der Turbine **16** gekoppelt sein. Unter Bezugnahme auf das Motorsystem **52** kann der Abgaskanal statt dessen an den Abgaskrümmen **18** vor der Turbine gekoppelt sein.

**[0031]** Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, enthält der Lader **24** ein Gehäuse **60**, in dem mehrere Rotoren drehbar montiert sind. Die mehreren Rotoren können mindestens zwei sich entgegengesetzt drehende Rotoren enthalten, die konfiguriert sind, aneinander zu passen und einander ganz oder mindestens teilweise abzudichten. Entsprechend zeigt [Fig. 3](#) einen ersten Rotor **62** und einen zweiten Rotor **64**. Das Gehäuse des Laders definiert einen Innenhohlraum **66**, in dem der erste und der zweite Rotor drehbar montiert sind. In der dargestellten Ausführungsform liefert der AGR-Einlaß **56** AGR an den Innenhohlraum **66** in einem von dem ersten Rotor **62** überstrichenen Bereich; der Lufteinlaß **54** liefert Luft an den Innenhohlraum in einem von dem zweiten Rotor **64** überstrichenen Bereich.

**[0032]** Unter weiterer Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist ein Durchflußseparator **68** an der inneren Oberfläche des Gehäuses **60** angeordnet. Da sich der erste und zweite Rotor innerhalb des Innenhohlraums **66** drehen, stellt mindestens ein peripheres Gebiet der Rotoren einen Kontakt mit dem Durchflußseparator her, wodurch eine gleitende Dichtung entsteht, die das Mischen von vorverdichteter Luft und AGR aus dem Luft- und AGR-Einlaß verzögert oder verhindert. Dementsprechend enthält der Lader intern eine gleitende Dichtung, die zwischen dem Durchflußseparator und mindestens einem Rotor ausgebildet ist.

Die gleitende Dichtung isoliert den Lufteinlaß fluidisch mindestens teilweise von dem AGR-Einlaß und verzögert einen Druckausgleich dazwischen. In diesem Kontext muß der Ausdruck „Isolieren“ keine perfekte Isolation implizieren, sondern umfaßt auch eine teilweise oder effektive Isolation oder eine. substantielle Einschränkung für das Mischen. Mit anderen Worten verhindert die gleitende Dichtung substantiell, dass sich die dem Luft- und AGR-Einlaß gelieferten Gase vermischen, bis sie ein Verdichtungsgebiet des Laders betreten (d. h. das direkt an den Auslaß **58** gekoppelte Gebiet).

**[0033]** Bei der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform ist der Durchflußseparator **68** an dem Gehäuse **60** fixiert. Hier wird die Menge des durch den AGR-Einlaß **56** rückgeführten Abgases gesteuert, indem ein in den Abgaskanal gekoppeltes Steuerventil (z. B. AGR-Ventil **48**) verstellt wird. Bei anderen Ausführungsformen jedoch kann der Durchflußseparator bewegbar und verstellbar an das Gehäuse gekoppelt sein, so dass eine Bewegung des Durchflußseparators relativ zum Gehäuse ein Öffnungsausmaß des AGR-Einlasses verstellt, wodurch die Menge des durch den AGR-Einlaß eingelassenen rückgeführten Abgases gesteuert wird. Eine derartige Ausführungsform ist unten unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben.

**[0034]** **Fig. 4** zeigt schematisch Aspekte eines weiteren beispielhaften Laders **24'** in einer Ausführungsform. Bei der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform ist der Durchflußseparator **68'** gleitend und verstellbar an das Gehäuse **60'** des Laders gekoppelt. Mit dieser Konfiguration kann die Menge des in den Lader eingelassenen AGR verstellt werden, um die Position des Durchflußseparators bezüglich des AGR-Einlasses **56'** zu verändern. Insbesondere wird durch Verschieben des Durchflußseparators relativ zum Gehäuse ein Öffnungsausmaß des AGR-Einlasses verstellt. Der Durchflußseparator kann dementsprechend mechanisch an einen in den Zeichnungen nicht gezeigten Aktuator gekoppelt sein. Der Aktuator kann operativ an das Elektroniksteuersystem **38** gekoppelt sein und zum Verstellen des AGR-Durchflusses in dem Motorsystem verwendet werden. Bei anderen Ausführungsformen kann der Durchflußseparator drehbar an das Gehäuse gekoppelt sein, so dass das Drehen des Durchflußseparators relativ zum Gehäuse ein Öffnungsausmaß des AGR-Einlasses verstellt. Weiterhin kann bei einigen Motorsystemen, die einen Lader mit einem verstellbaren Durchflußseparator enthalten, das AGR-Ventil **48** entfallen.

**[0035]** Bei einer Betrachtung der oben beschriebenen Konfigurationen werden verschiedene Vorteile offensichtlich. Beispielsweise ermöglicht das Verwenden des Laders, um AGR aktiv zu pumpen, anstatt auf das zufällige Durchflußpotential zu vertrauen, dass AGR entweder von HP- oder LP-Abnahme-

punkten so gut wie an jedem Punkt auf der Last-Drehzahl-Karte des Motors abgezogen wird. Weiterhin wird eine derartige Vielseitigkeit bereitgestellt, ohne notwendigerweise ein Abgasrückschlagventil in dem Motorsystem anzuordnen. Zudem kann die volumemäßige AGR-Durchflußrate sowohl von HP- als auch LP-Abnahmepunkten auf eine Weise gesteuert werden, die wenig von dem Krümmerluftdruck, dem Drosselinlaßdruck oder verschiedenen anderen Betriebsbedingungen des Motorsystems abhängt.

**[0036]** Die oben dargestellten Konfigurationen ermöglichen verschiedene Verfahren zum Einleiten von Luft in eine Verbrennungskammer eines Motors. Dementsprechend werden einige derartiger Verfahren nun beispielhaft unter fortgesetzter Bezugnahme auf obige Konfigurationen beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass diese Verfahren und andere ganz innerhalb des Schutzbereichs dieser Offenbarung auch über andere Konfigurationen ermöglicht werden können.

**[0037]** Die hierin vorgelegten Verfahren beinhalten verschiedene Rechen-, Vergleichs- und Entscheidungsfällungshandlungen, die über ein Elektroniksteuersystem (z. B. Elektroniksteuersystem **38**) eines aufgeladenen Motorsystems oder des Fahrzeugs, in dem das Motorsystem installiert ist, umgesetzt werden können. Die Verfahren können auch verschiedene Meß- und/oder Erfassungshandlungen beinhalten, die über einen oder mehrere Sensoren umgesetzt werden können, die in dem Motorsystem angeordnet sind (Temperatursensoren, Pedalpositionssensoren, Drucksensoren usw.), das operativ an das Elektroniksteuersystem gekoppelt ist. Die Verfahren beinhalten weiterhin verschiedene ventilbetätigende Ereignisse, die das Elektroniksteuersystem als Reaktion auf die verschiedenen Entscheidungsfällungshandlungen umsetzen kann.

**[0038]** **Fig. 5** veranschaulicht ein beispielhaftes Verfahren **70** zum Einleiten von Luft in eine Verbrennungskammer eines aufgeladenen Motors bei einer Ausführungsform. Das aufgeladene Motorsystem kann einen Motor mit einem Lader enthalten, der an einen Ansaugkrümmer gekoppelt ist. Der Lader kann Luft- und AGR-Einlässe und mehrere, drehbar in einem Gehäuse montierte Rotoren aufweisen. Ein innerhalb des Gehäuses angeordneter Durchflußseparator kann konfiguriert sein, mit mindestens einem Rotor der mehreren Rotoren eine gleitende Dichtung auszubilden, wodurch der Lufteinlaß von dem AGR-Einlaß isoliert wird, wie oben beschrieben.

**[0039]** Das Verfahren **70** beginnt bei **72**, wo durch einen Luftfilter eingeleitete Luft in einem abgasgetriebenen Turboladerverdichter in dem Motorsystem verdichtet wird. Das Verfahren geht dann weiter zu **74**, wo die eingeleitete Luft über ein verstellbares Drosselsystem an den Lufteinlaß des Laders geliefert

wird. Die eingeleitete Luft wird mit einem ersten Druck geliefert, der bei einer Ausführungsform dem Ladedruck des Turboladerverdichters minus dem an dem Drosselventil auftretenden Druckabfall entspricht. Bei einer Ausführungsform kann die eingeleitete Luft in einem Luftladekühler vor oder hinter dem Drosselventil gekühlt werden. Weiterhin kann die Menge eingeleiteter Luft gemäß Motordrehzahl oder Motorlast oder gewünschten Änderungen daran, wie durch das Abfragen geeigneter Motorsystemsensoren (z. B. einem Pedalpositionssensor) bestimmt wird, verstellt werden. Das Verfahren geht dann weiter zu **76**, wo die Motorlast erfaßt wird. Die Motorlast kann auf eine beliebige geeignete Weise erfaßt werden. Bei einem Ausführungsbeispiel kann der Krümmerluftdruck des Motors erfaßt und als Ersatz oder Prädiktor der Motorlast verwendet werden. Der Krümmerluftdruck kann beispielsweise über einen operativ an ein Elektroniksteuersystem gekoppelten Drucksensor erfaßt werden.

**[0040]** Weiter unter Bezugnahme auf **Fig. 5** geht das Verfahren **70** dann weiter zu **78**, wo bestimmt wird, ob die Motorlast (oder ein geeigneter Ersatz) über einem Schwellwert liegt. Der Schwellwert kann einem Ausmaß an Motorlast entsprechen, über der externe AGR nützlich und/oder erwünscht ist, um die Verbrennungstemperatur in dem Motor zu regeln. Falls die Motorlast über dem Schwellwert liegt, geht das Verfahren weiter zu **80**, wo die dem AGR-Einlaß des Laders zugeführte Abgasmenge für eine geeignete Verbrennungs- und Abgasreinigungsleistung verstellt wird. Eine periodische oder kontinuierliche Verstellung der Abgasmenge kann erfolgen, um die den Verbrennungskammern des Motors zugeführte AGR-Menge zu steuern. Bei einer Ausführungsform kann eine derartige Steuerung umgesetzt werden, indem ein an den AGR-Einlaß des Laders gekoppeltes Steuerventil verstellt wird. Bei anderen Ausführungsformen jedoch kann die durch den AGR-Einlaß zugeführte Menge an rückgeführtem Abgas gesteuert werden, indem ein Durchflußseparator des Laders relativ zu einem Gehäuse des Laders gedreht und/oder geschoben wird, wie hierin oben beschrieben. Dementsprechend wird das rückgeführte Abgas selektiv bei einem zweiten Druck zugeführt, der von dem oben identifizierten ersten Druck differieren kann. Der zweite Druck kann auf dem Druck des AGR-Abnahmepunkts basieren – dem Druck vor oder hinter einer Turbine, und vor oder hinter einer oder mehrerer Abgasnachbehandlungseinrichtungen. Weiterhin kann bei Ausführungsformen, die ein AGR-Steuerventil und einen AGR-Kühler enthalten, der zweite Druck von einem vom Durchfluß induzierten Druckabfall an diesen Komponenten abhängen. Bei einigen Ausführungsformen kann der zweite Druck größer sein als der erste Druck, während bei anderen Ausführungsformen der zweite Druck kleiner sein kann als der erste Druck. Wegen der erfindungsgemäßen Doppel-Einlaß-Konfiguration des Laders, der die Luft

und das rückgeführte Abgas bis zu einem Verdichtungsgebiet des Laders getrennt hält, kann ein Druckausgleich zwischen dem Lufteinlaß und dem AGR-Einlaß verzögert oder substantiell verhindert werden.

**[0041]** Im Allgemeinen kann die Menge an durch den AGR-Einlaß zugeführtem, rückgeführtem Abgas auf der Basis von geeigneten Motorsystemparametern verstellt werden. Zu solchen Parametern können Motordrehzahl, Motorlast und/oder Krümmerluftdurchfluß zählen; sie können über im Motorsystem angeordnete entsprechende Sensoren erfaßt oder indirekt berechnet werden. Bei einem Beispiel kann das durch den AGR-Einlaß zugeführte, rückgeführte Abgas erhöht werden, wenn die Motorlast oder der Krümmerluftdurchfluß zunimmt, und reduziert werden, wenn die Motorlast oder der Krümmerluftdurchfluß abnimmt.

**[0042]** Falls jedoch bei **78** bestimmt wird, dass die Motorlast nicht über dem angegebenen Schwellwert liegt, geht das Verfahren dann zu **82** weiter, wo die Abgaszufuhr zu dem AGR-Einlaß des Laders abgestellt wird. Bei einer Ausführungsform kann das Abstellen der Zufuhr von Abgas zu dem AGR-Einlaß des Laders zusammen mit dem Freigeben eines internen AGR-Modus in einer oder mehreren Verbrennungskammern des Motors umgesetzt werden, wie hierin oben beschrieben. Nach den Schritten **80** oder **82** kehrt das Verfahren **70** zurück.

**[0043]** Es versteht sich, dass die hierin offenbarten beispielhaften Steuer- und Schätzroutinen mit verschiedenen Systemkonfigurationen verwendet werden können. Diese Routinen können eine oder mehrere verschiedene Verarbeitungsstrategien wie ereignisgetrieben, Interruptgetrieben, Multitasking, Multi-Threading und dergleichen darstellen. Als solches können die offenbarten Prozeßschritte (Operationen, Funktionen und/oder Handlungen) einen Code darstellen, der in ein computerlesbares Speichermedium in einem Elektroniksteuersystem einzuprogrammieren ist.

**[0044]** Es versteht sich, dass einige der obenbeschriebenen und/oder hierin dargestellten Prozeßschritte bei einigen Ausführungsformen entfallen können, ohne von dem Schutzbereich dieser Offenbarung abzuweichen. Gleichmaßen ist die angegebene Sequenz der Prozeßschritte möglicherweise nicht immer erforderlich, um die beabsichtigten Ergebnisse zu erzielen, wird aber zur Vereinfachung der Darstellung und Beschreibung bereitgestellt. Eine oder mehrere der dargestellten Handlungen, Funktionen oder Operationen können je nach der jeweiligen verwendeten Strategie wiederholt ausgeführt werden.

## Patentansprüche

1. Lader, umfassend:

mehrere, drehbar in einem Gehäuse montierte Rotoren;  
einen ersten Einlaß für Luft;  
einen zweiten Einlaß für rückgeführtes Abgas und einen Durchflußseparator, der in dem Gehäuse angeordnet und konfiguriert ist, mit mindestens einem Rotor der mehreren Rotoren eine gleitende Dichtung auszubilden, wobei die gleitende Dichtung den ersten Einlaß fluidisch von dem zweiten Einlaß mindestens teilweise isoliert und einen Druckausgleich dazwischen verzögert.

2. Lader nach Anspruch 1, wobei der Durchflußseparator an dem Gehäuse fixiert ist.

3. Lader nach Anspruch 1, wobei der Durchflußseparator beweglich und verstellbar an das Gehäuse gekoppelt ist und wobei eine Bewegung des Durchflußseparators relativ zu dem Gehäuse ein Öffnungsausmaß des zweiten Einlasses verstellt.

4. Lader nach Anspruch 3, wobei der Durchflußseparator drehbar an das Gehäuse gekoppelt ist und wobei ein Drehen des Durchflußseparators relativ zu dem Gehäuse ein Öffnungsausmaß des zweiten Einlasses verstellt.

5. Lader nach Anspruch 3, wobei der Durchflußseparator gleitend an das Gehäuse gekoppelt ist und wobei das Verschieben des Durchflußseparators relativ zum Gehäuse ein Öffnungsausmaß des zweiten Einlasses verstellt.

6. Lader nach Anspruch 1, wobei die mehreren Rotoren mindestens zwei sich entgegengesetzt drehende Rotoren umfassen, die konfiguriert sind, gegeneinander zu dichten.

7. Motorsystem, umfassend:  
einen Ansaugluftkanal;  
einen Abgaskanal;  
einen Lader, der Folgendes umfaßt:  
mehrere drehbar in einem Gehäuse montierte Rotoren,  
einen ersten Einlaß, der fluidisch an den Ansaugluftkanal gekoppelt ist,  
einen zweiten Einlaß, der fluidisch an den Abgaskanal gekoppelt ist, und  
einen Durchflußseparator, der in dem Gehäuse angeordnet und konfiguriert ist, mit mindestens einem Rotor der mehreren Rotoren eine gleitende Dichtung auszubilden, wobei die gleitende Dichtung den ersten Einlaß fluidisch von dem zweiten Einlaß isoliert.

8. Motorsystem nach Anspruch 7, weiterhin umfassend einen mechanisch an eine abgasgetriebene Turbine gekoppelten Turboladerverdichter, wobei der Ansaugluftkanal hinter dem Turboladerverdichter gekoppelt ist.

9. Motorsystem nach Anspruch 8, wobei der Abgaskanal hinter der Turbine gekoppelt ist.

10. Motorsystem nach Anspruch 8, wobei der Abgaskanal vor der Turbine gekoppelt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

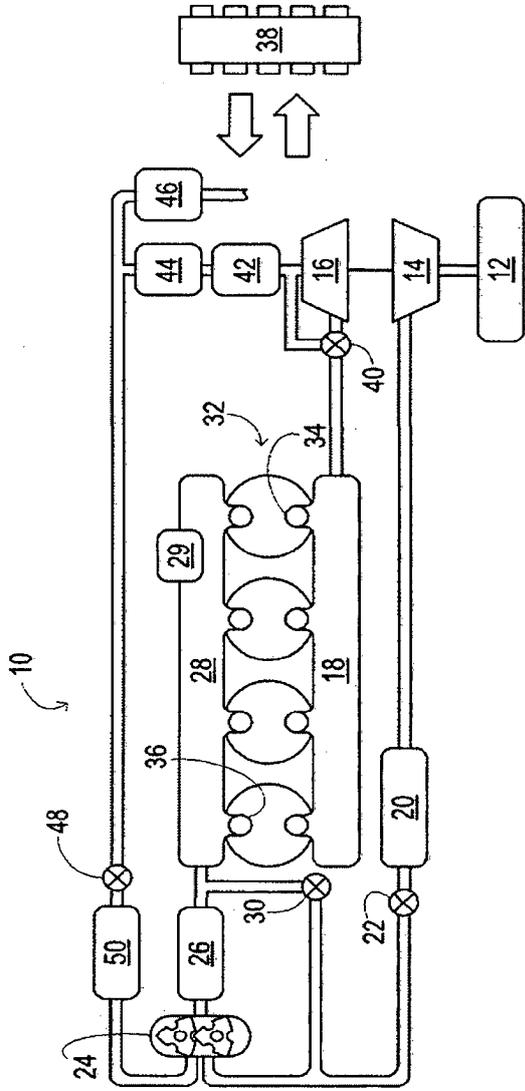


FIG. 1

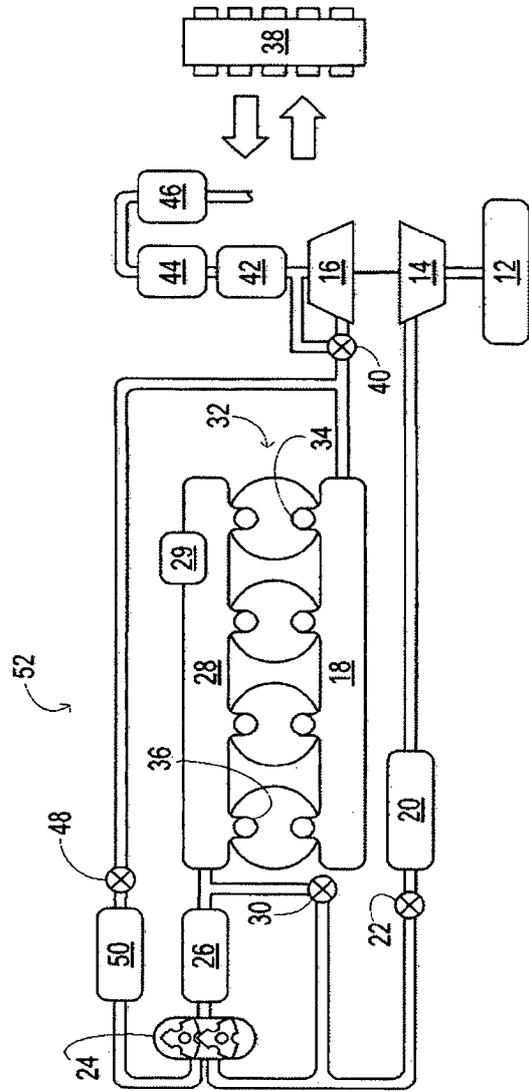
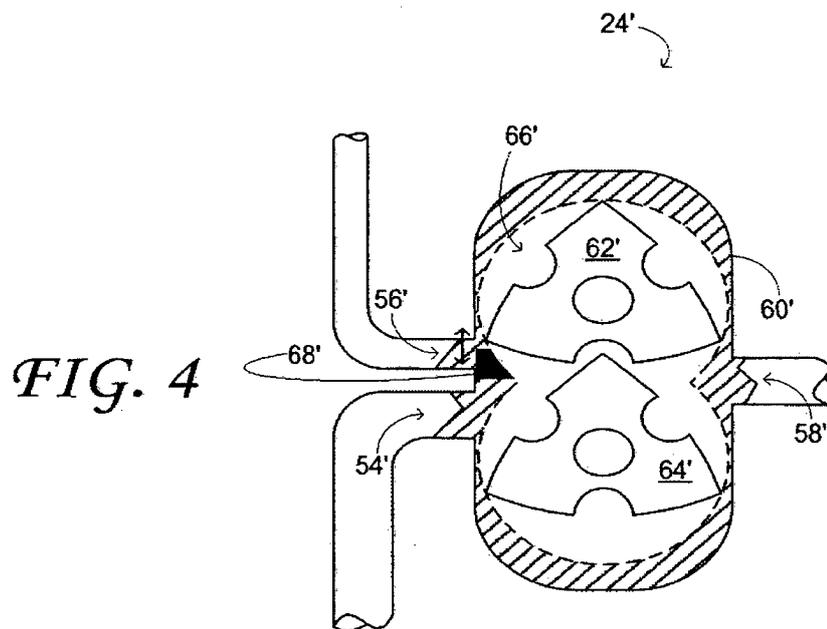
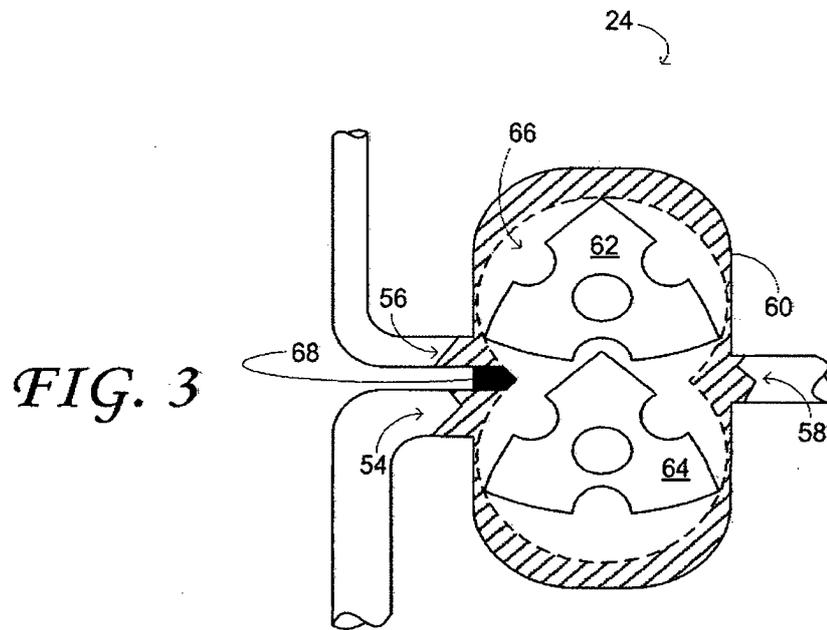


FIG. 2



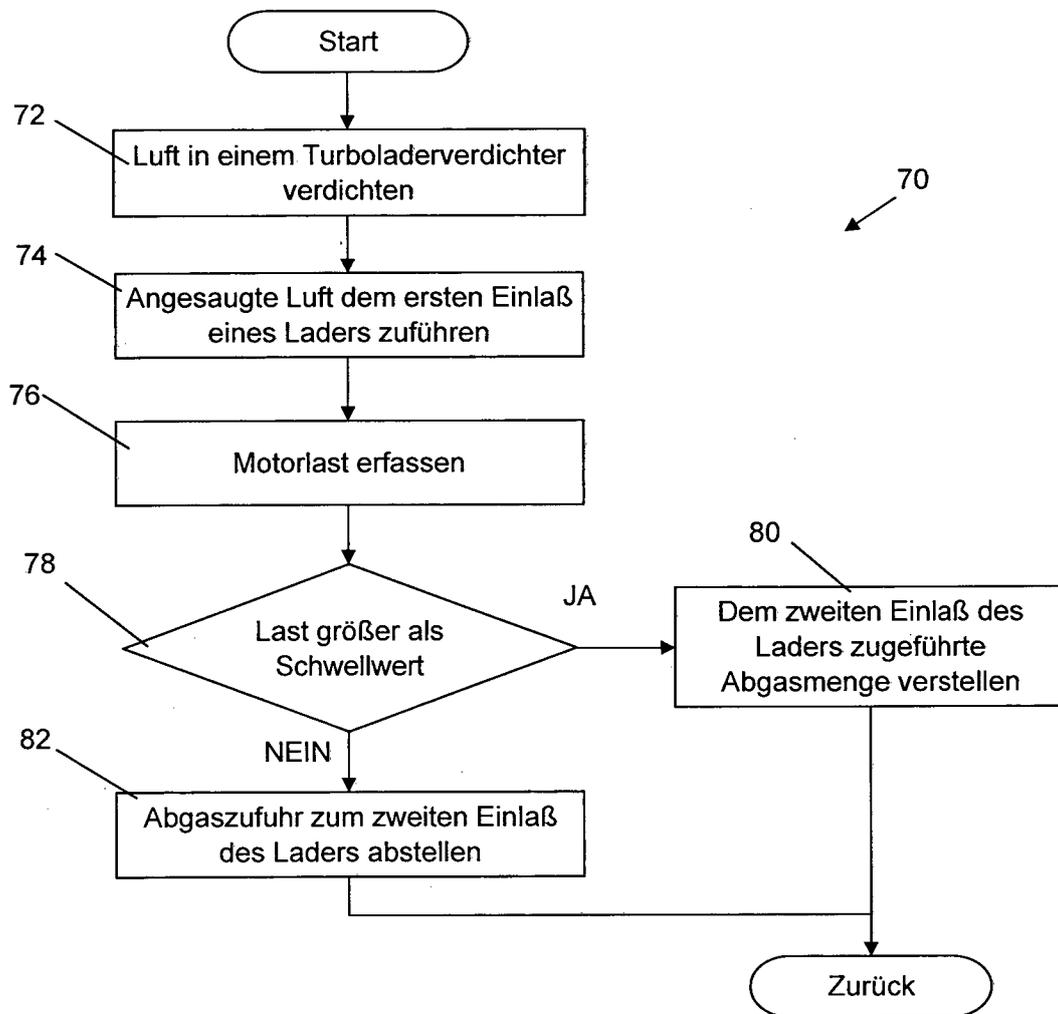


Fig. 5