



(10) **DE 10 2015 100 183 A1** 2015.07.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 100 183.7**

(22) Anmeldetag: **08.01.2015**

(43) Offenlegungstag: **16.07.2015**

(51) Int Cl.: **F02D 43/00** (2006.01)

**F02D 13/02** (2006.01)

**F02B 75/40** (2006.01)

**F02M 25/07** (2006.01)

**F01L 13/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**14/157,167**      **16.01.2014**      **US**

(74) Vertreter:  
**Wablat Lange Karthaus Anwaltssozietät, 14129  
Berlin, DE**

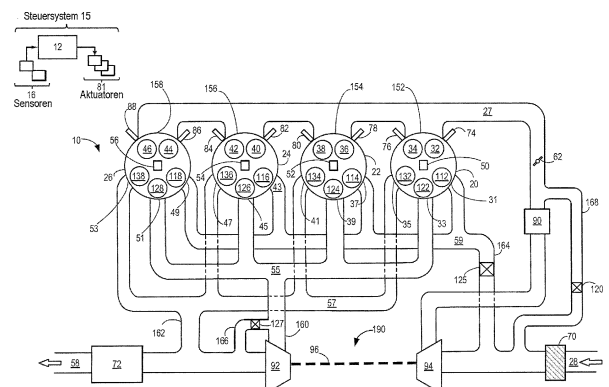
(71) Anmelder:  
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
US**

(72) Erfinder:  
**Ulrey, Joseph Norman, Dearborn, Mich., US;  
Boyer, Brad Alan, Canton, Mich., US**

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbessern des Durchblasens über einen geteilten Auslass**

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren und Systeme für eine aufgeladene Kraftmaschine mit einem geteilten Auslasssystem bereitgestellt. Ein Verfahren enthält das Verringern des Klopfens durch das Strömen einer Kombination aus Abgas von gegen Ende eines Ausstoßtakts und Durchblasluft über ein Kompressor-Einlassventil zum Einlass eines Kompressors.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung bezieht sich auf einen geteilten Auslass in einem Auslasssystem einer aufgeladenen Brennkraftmaschine.

## Hintergrund und Zusammenfassung

**[0002]** Kraftmaschinen können Ladevorrichtungen, wie z. B. Turbolader, verwenden, um die Leistungsdichte der Kraftmaschine zu erhöhen. Aufgrund der erhöhten Verbrennungstemperaturen kann jedoch ein Kraftmaschinenklopfen auftreten. Das Kraftmaschinenklopfen kann durch die Spätverstellung der Funkenzeitsteuerung behandelt werden; eine signifikante Funken spätverstellung kann jedoch die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verringern und das maximale Drehmoment begrenzen. Das Klopfen ist unter aufgeladenen Bedingungen aufgrund der hohen Ladungstemperaturen besonders problematisch.

**[0003]** Ein Verfahren zum Verringern der Ladungstemperatur und deshalb des Klopfens erfolgt über das Durchblasen, wobei aufgeladene Einlassluft während einer Phase einer positiven Ventilüberschneidung durch die Verbrennungskammer zum Auslass geblasen wird.

**[0004]** Ein weiteres Verfahren zum Unterdrücken des Klopfens erfolgt durch das Verdünnen der Einlassluft mit gekühlter Abgasrückführung (AGR). Eine beispielhafte Herangehensweise zum Steuern der Strömung der Abgase für die AGR ist durch Roth (US 8495992) gezeigt, wobei ein geteiltes Auslasssystem die Abgase, die während der Ausblas- und Spülphasen aus der Verbrennungskammer austreten, trennt. Die Abgase von der Ausblasphase werden entweder zu der Turbine in einem Turboladersystem oder zu einem AGR-System, das die gekühlten AGR-Gase zum Einlasskrümmer oder zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors in einem Turbolader leitet, verteilt. Gleichmaßen werden die Abgase von der Spülphase entweder zu einer Abgasreinigungsvorrichtung oder zu einem AGR-System, das die gekühlten Gase dem Einlasskrümmer oder einem Ort stromaufwärts des Kompressors zuführt, befördert. Die Zeitsteuerungen der Einlass- und Auslassventile werden gesteuert, um die Menge der Abgase, die zum Turbolader strömen, und/oder die AGR basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine zu regeln.

**[0005]** Die Erfinder haben hier potentielle Probleme identifiziert, einschließlich der Probleme mit den obigen Herangehensweisen zum Behandeln der Klopfgrenzen. Eine AGR-Drosselklappe kann z. B. im Einlass stromaufwärts des Kompressors angeordnet sein, um die AGR-Strömung bei einem niedrigen Ge-

gendruck zu vergrößern, was den Turbolader empfindlicher gegen Pumpen machen und die Pumpverluste vergrößern kann. Ferner kann ein separater AGR-Kühler verwendet werden, um die heißen Abgase zu kühlen, bevor sie dem Einlasskrümmer zugeführt werden können, was folglich die Systemkosten erhöht und Unterbringungsraum erfordert. Noch weiter kann in dem Beispiel, in dem eine Durchblastechnik verwendet wird, um das Klopfen zu verringern, der zusätzliche Kraftstoff, der eingespritzt wird, um die Abgase auf ein stöchiometrisches Verhältnis zu bringen, eine Übertemperatur des Katalysators verursachen und die Emissionen beeinflussen, während der Kraftstoffverbrauch erhöht wird. Eine zusätzliche Einschränkung der Durchblastechnik ist ihre eingeschränkte Verwendung für niedrige Kraftmaschinendrehzahlen, wenn der Kompressor-Auslassdruck höher als der Abgasdruck vor der Turbine ist.

**[0006]** Die Erfinder haben hier die obigen Probleme erkannt und Herangehensweisen identifiziert, um diese Probleme wenigstens teilweise zu behandeln. In einer beispielhaften Herangehensweise wird ein Verfahren für eine Turbolader-Kraftmaschine mit einem geteilten Auslasskrümmersystem bereitgestellt. Das Verfahren umfasst das Strömen von Abgas durch ein erstes Auslassventil zu einer Turbine des Turboladers, das Strömen von Abgas über ein zweites Auslassventil zu einem Ort stromaufwärts einer Abgasreinigungsvorrichtung und das Strömen von Niederdruck-AGR und von Durchblasluft über ein drittes Ventil zu einem Ort stromaufwärts eines Turbokompressors in den Kompressoreinlass innerhalb eines gemeinsamen Kraftmaschinenzyklus-Verbrennungseignisses. Unter Verwendung geeigneter Steuerungen der Ventilzeitsteuerung kann eine Kombination der AGR- und Durchblasluft-Techniken verwendet werden, um die Verbrennungstemperaturen zu verringern und folglich das Kraftmaschinenklopfen abzuschwächen.

**[0007]** Während eines Verbrennungszyklus eines Zylinders einer Turbolader-Kraftmaschine kann z. B. ein erster Ausblas-Abgasanteil durch ein erstes Auslassventil, das sich vor der Position des unteren Totpunkts (UTP) des Kolbens öffnen kann, um es zu ermöglichen, dass 75–80% der verbrannten Gase austreten, zur Turbine geleitet werden. Ein zweiter Abgasanteil kann über ein zweites Auslassventil, das sich auf halbem Weg durch den Ausstoßtakt öffnet, um 10–15% der verbleibenden Abgase, die als der "Spül"-Anteil bezeichnet werden, abzuleiten, zu einer Abgasreinigungsvorrichtung geleitet werden. Das erste und das zweite Auslassventil können geschlossen werden, bevor der Kolben die Position des oberen Totpunkts (OTP) erreicht, was einen Anteil (~5–10%) der Abgase innerhalb des Zylinders lässt, um durch ein drittes Ventil, das an den Kompressoreinlass gekoppelt ist, evakuiert zu werden. Das dritte Ventil, das außerdem als ein "Kompressoreinlass-

ventil" bekannt ist, kann gegen das Ende eines Ausstoßtakts, z. B. vor dem OTP, geöffnet werden und beträchtlich nach dem Beginn eines Einlasstakts, z. B. beträchtlich nach dem OTP, geschlossen werden. Folglich kann das Kompressoreinlassventil zur gleichen Zeit offen sein, wenn ein oder mehrere Einlassventile geöffnet sind, um Frischluft in den Zylinder zuzulassen. Folglich können die restlichen Abgase innerhalb des Zylinders gegen das Ende des Ausstoßtakts zusammen mit frischem Durchblasen ausgespült und über das Kompressor-Einlassventil zum Einlass des Kompressors übertragen werden.

**[0008]** Auf diese Weise kann durch das Kombinieren des Durchblasens und der AGR in einem Strömungsweg das Klopfen verringert werden. Indem ermöglicht wird, dass frische Einlassluft alle restlichen heißen Abgase im Verdichtungsraum des Zylinders ausbläst, kann die Verbrennungskammer gekühlt werden. Das Gemisch aus Abgasen und Durchblasluft, das aus der Kammer austritt, kann mit zusätzlicher frischer Luft am Kompressor kombiniert, in einem Ladeluftkühler (CAC) gekühlt und schließlich als AGR in die Kraftmaschine zurückgeführt werden, um das Klopfen weiter zu verringern. Unter Verwendung des CAC, um die restlichen Abgase zusammen mit frischer komprimierter Luft zu kühlen, kann ein separater AGR-Kühler möglicherweise nicht erforderlich sein. Ferner kann auf die AGR-Drosselklappe bei der Kopplung des Kompressor-Einlassventils an den Kompressor verzichtet werden, wodurch das Gemisch aus Abgas und Durchblasluft von einem Hochdruck-Einlasskrümmer durch den Zylinder in den Niederdruckeinlass des Kompressors gesaugt wird. Weil die Durchblasluft und die restlichen Abgase bei einem niedrigeren Druck zum Kompressoreinlass geleitet werden, kann das Durchblasen über einen größeren Bereich der Kraftmaschinendrehzahlen möglich sein. Außerdem können die Abgaspumpverluste, denen in einer herkömmlichen Konstruktion begegnet wird, bei der alles Abgas in einen Hochdruck-Turbineneinlass strömt, verringert werden. Weil außerdem die Durchblasluft nicht zu einer Abgasreinigungsvorrichtung geleitet wird, kann das Aufrechterhalten des stöchiometrischen Verhältnisses im Abgas mit einer Einspritzung von zusätzlichem Kraftstoff möglicherweise nicht erforderlich sein. Insgesamt kann eine Turbolader-Kraftmaschine mit weniger Funkspätverstellung vom maximalen Drehmoment betrieben werden.

**[0009]** Es sollte selbstverständlich sein, dass die obige Zusammenfassung bereitgestellt ist, um eine Auswahl der Konzepte in vereinfachter Form einzuführen, die in der ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben sind. Sie ist nicht beabsichtigt, Schlüssel- oder wesentliche Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu identifizieren, dessen Umfang eindeutig durch die Ansprüche definiert ist, die der ausführlichen Beschreibung folgen. Außerdem ist der bean-

spruchte Gegenstand nicht auf die Implementierungen eingeschränkt, die alle oben oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung angegebenen Nachteile beseitigen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0010]** Fig. 1 stellt eine schematische graphische Darstellung eines Turbolader-Kraftmaschinensystems mit einem geteilten Auslasskrümmer dar.

**[0011]** Fig. 2 zeigt eine Teilansicht der Kraftmaschine.

**[0012]** Fig. 3 stellt beispielhafte Einlassventil- und Auslassventil-Zeitsteuerungen des Zylinders für einen der Kraftmaschinenzylinder nach Fig. 1 dar.

**[0013]** Fig. 4 ist ein beispielhaftes Flussdiagramm, das eine Routine veranschaulicht, um ein Kompressor-Einlassventil basierend auf verschiedenen Betriebsbedingungen der Kraftmaschine zu aktivieren.

**[0014]** Fig. 5 stellt beispielhafte Ventiloperationen und die folgende Abgasströmung über die drei Durchgänge eines Zylinders der Kraftmaschine in Fig. 1 basierend auf verschiedenen Kraftmaschinenbedingungen dar.

#### Ausführliche Beschreibung

**[0015]** Die folgende Beschreibung bezieht sich auf Systeme und Verfahren zum Steuern des Klopfens in einer Kraftmaschine, wie z. B. dem Kraftmaschinensystem nach den Fig. 1–Fig. 2, durch das Entleeren eines Kraftmaschinenzylinders durch drei verschiedene Kanäle. Insbesondere kann während eines Verbrennungszyklus ein erster oder Ausblasanteil eines Abgases durch einen ersten Kanal zu einer Turbine eines Turboladers geleitet werden, wobei ein zweiter oder Spülanteil eines Abgases über einen zweiten Kanal zu einer Abgasreinigungsvorrichtung geleitet werden kann, während ein dritter Anteil der Abgase gegen das Ende eines Ausstoßtakts, gemischt mit Durchblasluft, durch einen dritten Kanal zu einem Einlass eines Kompressors in einem Turbolader geleitet werden kann. Jeder Zylinder der Kraftmaschine kann folglich fünf Ventile umfassen: zwei Einlassventile, zwei Auslassventile und ein Kompressor-Einlassventil. Ein Kraftmaschinen-Controller kann dafür ausgelegt sein, eine Steuerroutine, wie z. B. die Routine nach Fig. 4, auszuführen, um das Kompressor-Einlassventil basierend auf verschiedenen Betriebsbedingungen der Kraftmaschine, wie z. B. jenen, die in Fig. 5 gezeigt sind, zu betreiben. Die Zeitsteuerungen des Kompressor-Einlassventils können mit den Zeitsteuerungen sowohl der Auslassventile als auch der Einlassventile koordiniert werden, um die AGR und das Durchblasen zu ermöglichen (Fig. 3).

**[0016]** In der folgenden Beschreibung ist angegeben, dass wenn ein Ventil betriebsbereit oder aktiviert ist, es gemäß bestimmten Zeitsteuerungen während des Verbrennungszyklus für einen gegebenen Satz von Bedingungen geöffnet und/oder geschlossen wird.

**[0017]** Gleichermaßen ist angegeben, dass wenn ein Ventil deaktiviert oder nicht betriebsfähig ist, das Ventil geschlossen gelassen wird, wenn nichts anderes angegeben ist.

**[0018]** Fig. 1 zeigt eine schematische graphische Darstellung einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine **10**, die in einem Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs enthalten sein kann. Die Kraftmaschine **10** kann mehrere Verbrennungskammern (d. h., Zylinder) enthalten, die oben durch einen (nicht gezeigten) Zylinderkopf abgedeckt sein können. In dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel enthält die Kraftmaschine **10** die Verbrennungskammern **20**, **22**, **24** und **26**, die in einer Reihen-4-Konfiguration angeordnet sind. Es sollte jedoch erkannt werden, dass, obwohl Fig. 1 vier Zylinder zeigt, die Kraftmaschine **10** irgendeine Anzahl von Zylindern in irgendeiner Konfiguration, z. B. V-6, R-6(I-6), V-12, Boxer-4 usw. enthalten kann.

**[0019]** Jede Verbrennungskammer kann Einlassluft über einen Lufteinlasskanal **28** von einem Einlasskrümmer **27** empfangen. Der Einlasskrümmer **27** kann über die Einlassöffnungen an die Verbrennungskammern gekoppelt sein. In Fig. 1 ist z. B. gezeigt, dass der Einlasskrümmer **27** über die Einlassöffnungen **152**, **154**, **156** und **158** an die Zylinder **20**, **22**, **24** bzw. **26** gekoppelt ist. Jede Einlassöffnung kann dem Zylinder, an den sie gekoppelt ist, für die Verbrennung Luft und/oder Kraftstoff zuführen. Jede Zylinder-Einlassöffnung kann über ein oder mehrere Einlassventile selektiv mit dem Zylinder in Verbindung stehen. Die Zylinder **20**, **22**, **24** und **26** sind in Fig. 1 mit je zwei Einlassventilen gezeigt. Der Zylinder **20** besitzt z. B. zwei Einlassventile **32** und **34**, der Zylinder **22** besitzt zwei Einlassventile **36** und **38**, der Zylinder **24** besitzt zwei Einlassventile **40** und **42** und der Zylinder **26** besitzt zwei Einlassventile **44** und **46**. In einem Beispiel kann ein Einlasskanal vom Einlasskrümmer **27** ausgebildet sein, der selektiv mit jedem Einlassventil in Verbindung steht. In anderen Ausführungsformen kann ein Einlasskanal für einen einzigen Zylinder nah bei dem Zylinder in zwei benachbarte Wege mit einer Wand dazwischen geteilt sein, wobei jeder geteilte Weg des Kanals mit einem einzigen Einlassventil in Verbindung steht. In einem weiteren Beispiel kann jedes der beiden Einlassventile gesteuert werden, um sich bei spezifischen Kraftmaschinendrehzahlen zu öffnen, wobei es deshalb durch eine gemeinsame Einlassöffnung mit dem Einlasskrümmer in Verbindung stehen kann.

**[0020]** Jede Verbrennungskammer kann die Verbrennungsgase über eine oder mehrere an sie gekoppelte Auslassöffnungen entleeren. In Fig. 1 ist gezeigt, dass die Zylinder **20**, **22**, **24** und **26** jeder jeweils an zwei Auslassöffnungen gekoppelt ist, um die Ausblas- und Spülanteile der Verbrennungsgase separat zu kanalisieren. Die Auslassöffnungen **33** und **35** sind z. B. an den Zylinder **22** gekoppelt, die Auslassöffnungen **39** und **41** sind an den Zylinder **22** gekoppelt, die Auslassöffnungen **45** und **47** sind an den Zylinder **24** gekoppelt und die Auslassöffnungen **51** und **53** sind an den Zylinder **26** gekoppelt. Jede Auslassöffnung kann über ein Auslassventil selektiv mit dem Zylinder, an den sie gekoppelt ist, in Verbindung stehen. Die Auslassöffnungen **33**, **35**, **39**, **41**, **45**, **47**, **51** und **53** stehen z. B. über ihre jeweiligen Auslassventile **122**, **132**, **124**, **134**, **126**, **136**, **128** und **138** mit ihren jeweiligen Zylindern in Verbindung.

**[0021]** Dies ist ein geteiltes Krümmersystem, wobei die Auslassöffnungen **33**, **39**, **45** und **51** in einen Auslasskrümmer **55** führen können, während die Auslassöffnungen **35**, **41**, **47** und **53** in einem Auslasskrümmer **57** kombiniert sein können. Die Auslasskrümmer in diesem System können dafür ausgelegt sein, die Verbrennungsprodukte von den Zylindern **20**, **22**, **24** und **26** zu entleeren.

**[0022]** Die Kraftmaschine **10** kann einen Turbolader **190** enthalten. Der Turbolader **190** kann eine Abgasturbine **92** und einen Einlasskompressor **94** enthalten, die an eine gemeinsame Welle **96** gekoppelt sind. Über die Turbine **92** kann ein Ladedrucksteuerventil **127** gekoppelt sein. Spezifisch kann das Ladedrucksteuerventil **127** in einer Umgehung **166** enthalten sein, die zwischen einen Einlass und einen Auslass der Abgasturbine gekoppelt ist, um eine Menge der durch die Turbine bereitgestellten Aufladung zu steuern.

**[0023]** Die Auslasskrümmer können dafür ausgelegt sein, die Ausblas- und Spülanteile des Abgases separat zu kanalisieren. Der Auslasskrümmer **55** kann den Ausblasimpuls des Abgases über ein Rohr **160** zu der Turbine **92** des Turboladers **190** kanalisieren, während der Auslasskrümmer **57** den Spülanteil des Abgases über ein Rohr **162** zu einem Ort stromabwärts der Turbine **92** und stromaufwärts einer Abgasreinigungsvorrichtung **72** kanalisieren kann. Die Auslassventile **122**, **124**, **126** und **128** kanalisieren z. B. den Ausblasanteil der Abgase durch den Auslasskrümmer **55** und das Rohr **160** zu der Turbine, während die Auslassventile **132**, **134**, **136** und **138** den Spülanteil der Abgase durch den Auslasskrümmer **57** über das Rohr **162** zu einer Abgasreinigungsvorrichtung **72** kanalisieren.

**[0024]** Die Abgase, die die Turbine **92** verlassen, können ebenso durch die Abgasreinigungsvorrichtung **72** hindurchgehen. Die Abgasreinigungsvorrichtung

tion **72** kann in einem Beispiel mehrere Katalysatorbausteine enthalten. In einem weiteren Beispiel können mehrere Abgasreinigungsvorrichtungen, jede mit mehreren Bausteinen, verwendet werden. In einigen Beispielen kann die Abgasreinigungsvorrichtung **72** ein Dreiwegekatalysator sein. In anderen Beispielen kann die Abgasreinigungsvorrichtung **72** einen Dieseloxydationskatalysator (DOC) und/oder einen selektiven katalytischen Reduktionskatalysator (SCR) enthalten. Nach dem Durchgang durch die Abgasreinigungsvorrichtung **72** kann das Abgas zu einem Auspuffrohr **58** hinaus geleitet werden.

**[0025]** Jeder Zylinder der Kraftmaschine **10** kann außerdem zusätzlich zu den beiden Einlass- und den beiden Auslassventilen ein fünftes Ventil, das als das "Kompressor-Einlassventil" bezeichnet wird, umfassen, wie in **Fig. 1** gezeigt ist. Dieses fünfte Ventil kann außerdem als ein drittes Auslassventil bezeichnet werden. Die Zylinder **20**, **22**, **24** und **26** enthalten die Kompressor-Einlassventile **112**, **114**, **116** bzw. **118**, die an ihre jeweiligen Öffnungen **31**, **37**, **43** und **49** gekoppelt sind. Ferner kann jede der Öffnungen, die mit den Kompressor-Einlassventilen in Verbindung stehen, in einen getrennten Krümmer **59** kombiniert sein, der über das Rohr **164** mit dem Einlass **28** stromaufwärts des Kompressors **94** und stromabwärts des Luftfilters **70** verbunden sein kann. Das Kompressor-Einlassventil **112** kann z. B. in dem Zylinder **20** gegen das Ende eines Ausstoßtakts geöffnet sein, um es zu ermöglichen, dass restliche Abgase hindurch zu dem Einlass des Kompressors **94** strömen. Ferner kann das Kompressor-Einlassventil **112** über die Position des oberen Totpunkts (OTP) des Kolbens hinaus offen bleiben, um sich mit den Einlassventilen **32** und/oder **34** des Zylinders **20** zu überschneiden, um es zu ermöglichen, dass frische Einlassluft durch die Verbrennungskammer hindurchgeblasen wird und irgendwelches verbleibendes Abgas zu dem Kompressor **94** ausspült. Das Ventil **125** kann in dem Rohr **164** enthalten sein, um die Strömung der AGR und der Durchblasluft in den Kompressoreinlass zu steuern.

**[0026]** In einem Beispiel kann eine Menge der Durchblasluft und der AGR, die dem Kompressoreinlass zugeführt wird, durch das Ändern der Zeitsteuerung, des Hubs und/oder der Dauer eines oder mehrerer Kompressor-Einlassventile **112**, **114**, **116** und **118** gesteuert werden. In einem weiteren Beispiel kann das Ventil **125** in dem Rohr **164** betrieben werden, um die Menge der Durchblasluft und der AGR, die dem Kompressor **94** zugeführt wird, zu steuern, während das (die) Kompressor-Einlassventile mit festen Zeitsteuerungen, festem Hub und festen Dauern betrieben werden können.

**[0027]** Folglich können die verbrannten Gase, die aus einem Zylinder austreten, über drei getrennte Kanäle, die die beiden Auslasskanäle, die durch den ge-

teilten Auslasskrümmer ausgebildet sind, und einen Kanal, der das Kompressor-Einlassventil mit einem Ort stromaufwärts des Turbokompressors verbindet, in drei Teile geteilt werden. In einem Verbrennungszyklus kann z. B. ein erstes Auslassventil **122** des Zylinders **20** einen ersten Anteil des Abgases, nämlich den Ausblasanteil, über einen ersten Kanal (das Rohr **160**) zu der Turbine **92** kanalisieren. Ein zweites Auslassventil **132** desselben Zylinders (**20**) kann einen zweiten Anteil der Abgase nach dem Ausblasanteil über einen zweiten Kanal (das Rohr **162**) zu einer Abgasreinigungsvorrichtung **72** leiten. Der zweite Anteil der Abgase, der über das zweite Auslassventil **132** austritt, kann hauptsächlich der Spülanteil der Abgase sein. Gegen Ende des Ausstoßtakts können die übrig gebliebenen Abgase aus dem Verdichtungsraum desselben Zylinders (**20**) durch frische Einlassluft vom Durchblasen ausgeräumt und über das Kompressor-Einlassventil **112** und einen dritten Kanal (das Rohr **164**) zum Einlass des Turbokompressors **94** übertragen werden. Spezifisch umfasst der zweite Anteil der Abgase hauptsächlich Abgase ohne irgendeinen Gehalt von Frischluft, während das Kompressor-Einlassventil **112** und das Rohr **164** hauptsächlich frische Durchblasluft mit einem kleineren Gehalt von Abgasen befördern.

**[0028]** Das erste Auslassventil kann sich früher als das zweite Auslassventil und das Kompressor-Einlassventil öffnen, um den Ausblasimpuls zu erfassen, wobei es mit einer Zeitsteuerung früher als das zweite Auslass- und das Kompressoreinlassventil geschlossen werden kann. Das zweite Auslassventil kann sich später als das erste Auslassventil, aber früher als das Kompressor-Einlassventil öffnen, um den Spülanteil der Abgase zu erfassen. Das erste Auslassventil kann geschlossen werden, bevor sich das Kompressor-Einlassventil öffnet, wobei sich aber das zweite Auslassventil schließen kann, nachdem das Kompressor-Einlassventil geöffnet worden ist. Das zweite Auslassventil kann viel früher geschlossen werden, als der Einlasstakt beginnt und die Einlassventile geöffnet werden, wohingegen das Kompressor-Einlassventil beträchtlich nach dem Beginn des Einlasstakts geschlossen werden kann. Die Einlassventile können geöffnet werden, gerade bevor der Ausstoßtakt bei der OTP-Position des Kolbens endet, und können gerade nach dem Beginn des Verdichtungstakts, z. B. in der Position des unteren Totpunkts (UTP) des Kolbens, geschlossen werden. Effektiv kann das Kompressor-Einlassventil die restlichen Abgase gegen Ende des Ausstoßtakts kanalisieren und kann durch das Überschneiden mit einem oder mehreren Einlassventilen außerdem das Durchblasen zusammen mit der AGR kanalisieren.

**[0029]** Der Einlasskanal **28** kann stromabwärts eines Ladeluftkühlers **90** eine Lufteinlassdrosselklappe **62** enthalten. Die Position der Drosselklappe **62** kann durch das Steuersystem **15** über einen (nicht

gezeigten) Drosselklappenaktuator eingestellt werden, der kommunikationstechnisch an den Controller **12** gekoppelt ist. Durch das Modulieren der Luft-einlassdrosselklappe **62**, während der Kompressor **94** betrieben wird, kann eine Menge von Frischluft von der Atmosphäre in die Kraftmaschine **10** eingeleitet, durch den Ladeluftkühler **90** gekühlt und über den Einlasskrümmer **27** beim Kompressor-druck (oder beim aufgeladenen Druck) den Kraftmaschi-nenzylindern zugeführt werden. Um das Kompres-sorpumpen zu verringern, kann wenigstens ein An-teil der durch den Kompressor **94** komprimierten Luft-ladung zum Kompressoreinlass zurückgeführt wer-den. Ein Kompressor-Rückführungskanal **168** kann für das Zurückführen gekühlter komprimierter Luft vom Kompressorauslass stromabwärts des Lade-luftkühlers **90** zum Kompressoreinlass bereitgestellt sein. Das Kompressor-Rückführungsventil **120** kann zum Einstellen einer Menge der gekühlten Rückfüh-rungsströmung, die zum Kompressoreinlass zurück-geführt wird, bereitgestellt sein.

**[0030]** In Fig. 1 ist gezeigt, dass die Kraftstoffeinspritzdüsen direkt an die Verbrennungskammern gekoppelt sind, um den Kraftstoff proportional zu einer Impulsbreite eines Signals FPW, das z. B. über einen elektronischen Treiber vom Controller **12** empfangen wird, direkt in sie einzuspritzen. Es ist gezeigt, dass jeder Zylinder mit zwei Einspritzdüsen pro Zylinder an jedes Einlassventil gekoppelt ist. Die Kraftstoffeinspritzdüsen **74** und **76** sind z. B. an den Zylinder **20** gekoppelt, **78** und **80** sind an den Zylinder **22** gekoppelt, **82** und **84** sind an den Zylinder **24** gekoppelt, während die Kraftstoffeinspritzdüsen **86** und **88** an den Zylinder **26** gekoppelt sind, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Auf diese Weise stellen die Kraftstoffeinspritzdüsen das bereit, was als die Direkteinspritzung des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer bekannt ist. Jede entsprechende Kraftstoffeinspritzdüse kann z. B. an der Seite der jeweiligen Verbrennungskammer oder im Oberteil der jeweiligen Verbrennungskammer angebracht sein. In einigen Bei-spielen können eine oder mehrere Kraftstoffeinspritz-düsen im Einlasskrümmer **27** in einer Konfiguration angeordnet sein, die das bereitstellt, was als die Kanaleinspritzung des Kraftstoffs in die Einlassöffnun-gen stromaufwärts der jeweiligen Verbrennungskam-mern bekannt ist. Obwohl dies in Fig. 1 nicht gezeigt ist, kann der Kraftstoff durch ein Kraftstoffsystem, das einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe, eine Kraftstoffleitung und einen Kraftstoffverteiler enthält, den Kraftstoffeinspritzdüsen zugeführt werden.

**[0031]** In einigen Beispielen kann ein (nicht gezeig-tes) verteilerloses Zündsystem den Zündkerzen, die an die Verbrennungskammern gekoppelt sind, in Re-aktion auf den Controller **12** einen Zündfunken bereit-stellen. In Fig. 1 ist z. B. gezeigt, dass die Zündker-zen **50**, **52**, **54** und **56** an die Zylinder **20**, **22**, **24** bzw. **26** gekoppelt sind.

**[0032]** Die Kraftmaschine **10** kann wenigstens teil-weise durch ein Steuersystem **15**, das den Control-ler **12** enthält, und durch eine Eingabe von einer Bedienungsperson des Fahrzeugs über eine (nicht gezeigte) Eingabevorrichtung gesteuert sein. Es ist gezeigt, dass das Steuersystem **15** Informationen von mehreren Sensoren **16** (von denen verschiede-ne Beispiele hier beschrieben sind) empfängt und Steuersignale an mehrere Aktuatoren **81** sendet. Als ein Beispiel können die Sensoren **16** Einlass-druck- und -temperatursensoren des Turbokompres-sors und Krümmerluftdruck-Sensoren (MAP-Senso-ren), die sich innerhalb des Einlasskanals befinden, enthalten. Andere Sensoren können einen Drossel-klappeneinlassdrucksensor (TIP-Sensor) zum Schät-zen eines Drosselklappeneinlassdrucks (TIP) und/oder einen Drosselklappeneinlasstemperatursensor zum Schätzen einer Drosselklappeneinlasstempa-ratur (TCT) enthalten, die stromabwärts der Drossel-klappe in den Einlasskanal gekoppelt sind. Zusätzli-che Systemsensoren und -aktuatoren werden im Fol-genden unter Bezugnahme auf Fig. 2 ausgeführt. Als ein weiteres Beispiel können die Aktuatoren **81** die Kraftstoffeinspritzdüsen, die Ventile **120**, **125** und **127** und eine Drosselklappe **62** enthalten. Der Controller **12** kann Eingangsdaten von verschiedenen Senso-ren empfangen, die Eingangsdaten verarbeiten und die Aktuatoren in Reaktion auf die verarbeiteten Ein-gangsdaten basierend auf einer Anweisung oder ein-tem Code, die bzw. der darin entsprechend einer oder mehrere Routinen programmiert ist, auslösen. Eine beispielhafte Steueroutine ist hier in Fig. 4 be-schrieben.

**[0033]** Fig. 2 stellt eine Teilansicht **200** eines einzi-gen Zylinders der Brennkraftmaschine **10** dar. Als sol-che sind die Komponenten, die vorher in Fig. 1 einge-führt worden sind, mit dem gleichen Bezugszeichen dargestellt und werden nicht erneut eingeführt.

**[0034]** Die Kraftmaschine **10** ist mit einer Verbren-nungskammer (einem Zylinder) **230**, einer Kühlmittel-muffe **214** und den Zylinderwänden **232** mit dem Kol-ben **236**, der darin positioniert und mit einer Kurbel-welle **240** verbunden ist, dargestellt. Es ist gezeigt, dass die Verbrennungskammer **230** über ein Einlass-ventil **252** und ein Auslassventil **256** mit dem Ein-lasskanal **146** bzw. dem Auslasskanal **148** in Verbin-dung steht. Wie vorher in Fig. 1 beschrieben wor-den ist, kann jeder Zylinder der Kraftmaschine **10** die Verbrennungsprodukte entlang drei Leitungen ent-leeren. In der dargestellten Ansicht **200** repräsentiert der Auslasskanal **148** die erste Auslassöffnung, die von dem Zylinder zur Turbine führt (wie z. B. die Aus-lassöffnung **33** nach Fig. 1), während die zweite Aus-lassleitung und die Leitung, die zum Kompressorein-lass führt, in dieser Ansicht nicht sichtbar sind.

**[0035]** Wie außerdem vorher in Fig. 1 ausgeführt worden ist, kann jeder Zylinder der Kraftmaschine **10**

zusätzlich zu einem Kompressor-Einlassventil zwei (oder mehr) Einlassventile und zwei (oder mehr) Auslassventile enthalten. In der dargestellten Ansicht **200** befinden sich das Einlassventil **252** und das Auslassventil **256** in einem oberen Bereich der Verbrennungskammer **230**. Das Einlassventil **252** und das Auslassventil **256** können durch den Controller **12** unter Verwendung jeweiliger Nockenbetätigungssysteme, die einen oder mehrere Nocken enthalten, gesteuert sein. Die Nockenbetätigungssysteme können ein Nockenkurvenschaltssystem (CPS-System) und/oder ein System mit variabler Nockenzeitsteuerung (VCT-System) und/oder ein System mit variabler Ventilzeitsteuerung (VVT-System) und/oder ein System mit variablem Ventilhub (VVL-System) verwenden, um den Ventilbetrieb zu variieren. In dem dargestellten Beispiel ist jedes Einlassventil **252** durch einen Einlassnocken **251** gesteuert, während jedes Auslassventil **256** durch einen Auslassnocken **253** gesteuert ist. Die Positionen des Einlassventils **252** und des Auslassventils **256** können durch die Ventilpositionssensoren **255** bzw. **257** bestimmt werden.

**[0036]** In alternativen Ausführungsformen können das Einlass- und/oder das Auslassventil durch eine elektrische Ventilbetätigung gesteuert sein. Der Zylinder **230** kann z. B. alternativ ein über eine elektrische Ventilbetätigung gesteuertes Einlassventil und ein über eine Nockenbetätigung, die das CPS- und/oder das VCT-System enthält, gesteuertes Auslassventil enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen können die Einlass- und Auslassventile durch ein gemeinsames Ventilaktor- oder Ventilbetätigungssystem oder ein Ventilaktor- oder Ventilbetätigungssystem mit variabler Zeitsteuerung gesteuert sein. Es wird angegeben, dass das Kompressor-Einlassventil ähnlich gesteuert sein kann.

**[0037]** In einem Beispiel enthält der Einlassnocken **251** separate und verschiedene Nockenvorsprünge, die verschiedene Ventilprofile (z. B. die Ventilzeitsteuerung, den Ventilhub, die Dauer usw.) für jedes der beiden Einlassventile der Verbrennungskammer **230** bereitstellen. Gleichmaßen kann der Auslassnocken **253** separate und verschiedene Nockenvorsprünge enthalten, die verschiedene Ventilprofile (z. B. die Ventilzeitsteuerung, den Ventilhub, die Dauer usw.) für jedes der beiden Auslassventile der Verbrennungskammer **230** bereitstellen. Ähnlich kann das (in **Fig. 2** nicht gezeigte) Kompressor-Einlassventil durch eine Nockenwelle gesteuert sein, die separate und verschiedene Nockenvorsprünge enthält, die verschiedene Ventilprofile bereitstellen. In einem weiteren Beispiel kann der Einlassnocken **251** einen gemeinsamen Nockenvorsprung oder ähnliche Nockenvorsprünge enthalten, die ein im Wesentlichen ähnliches Ventilprofil für jedes der beiden Einlassventile bereitstellen.

**[0038]** Außerdem können verschiedene Nockenprofile für die verschiedenen Auslassventile verwendet werden, um die bei einem niedrigen Zylinderdruck entleerten Abgase von den beim Auslassdruck entleerten Abgasen zu trennen. Ein erstes Auslassnockenprofil kann z. B. gerade vor dem UTP (dem unteren Totpunkt) des Arbeitstakts der Verbrennungskammer **230** das erste Auslassventil aus der geschlossenen Position öffnen und dasselbe Auslassventil beträchtlich vor dem oberen Totpunkt (OTP) schließen, um die Ausblasgase von der Verbrennungskammer selektiv zu entleeren. Ferner kann ein zweites Auslassnockenprofil positioniert sein, um ein zweites Auslassventil etwa am Mittelpunkt des Ausstoßtakts von geschlossen zu öffnen und es vor dem OTP schließen, um den Spülanteil der Abgase selektiv zu entleeren. Noch weiter kann ein Kompressor-Einlassnockenprofil eingestellt sein, um das Kompressor-Einlassventil gegen Ende des Ausstoßtakts aus der geschlossenen Position zu öffnen. Das Kompressor-Einlassventil kann beträchtlich nach dem OTP nach dem Beginn des Einlasstakts geschlossen werden, um eine Überschneidung zwischen dem Kompressor-Einlassventil und einem oder mehreren der Einlassventile, die während des Einlasstakts geöffnet sein können, zu ermöglichen.

**[0039]** Das Kompressor-Einlassventil kann basierend auf dem Einlasskrümmer-Luftdruck aktiviert oder deaktiviert werden. Wenn der Einlasskrümmer-Luftdruck höher als der Kompressoreinlassdruck ist, können spezifisch die Abgase innerhalb des Zylinders zusammen mit dem Durchblasen zum Niederdruck-Kompressoreinlass gesaugt werden, was die Pumpverluste verringert. Wenn umgekehrt der Krümmerluftdruck niedriger als der Kompressoreinlassdruck ist, z. B. unter gedrosselten Bedingungen, kann der Betrieb des Kompressor-Einlassventils während eines gesamten Kraftmaschinenzyklus deaktiviert sein, um die Rückströmung von Luft vom Kompressoreinlass über den Zylinder und das Kompressor-Einlassventil in den Einlasskrümmer zu verhindern. In diesem Beispiel können die Abgase durch die beiden Auslassventile ohne irgendein Durchblasen völlig zu der Turbine und der Abgasreinigungsvorrichtung umgelenkt werden.

**[0040]** Folglich kann die Zeitsteuerung des ersten Auslassventils und des zweiten Auslassventils die Zylinder-Ausblasgase vom Spülanteil der Abgase isolieren, während irgendwelche restlichen Abgase im Verdichtungsraum des Zylinders während der positiven Ventilüberschneidung zwischen dem Einlassventil und dem Kompressor-Einlassventil mit dem Durchblasen von frischer Einlassluft ausgeräumt werden können. Durch das Strömen eines ersten Anteils des Abgases (z. B. des Abgases unter höherem Druck) durch die Turbine und einen Kanal für Abgase unter höherem Druck und das Strömen eines zweiten Anteils des Abgases (z. B. des Abgases un-

ter niedrigerem Druck) durch Katalysatorvorrichtungen und einen Kanal für Abgase unter niedrigerem Druck, während ein dritter Anteil des Niederdruckabgases und der Durchblasluft zum Kompressoreinlass zirkuliert wird, können die Verbrennungstemperaturen verringert werden, während der Arbeitswirkungsgrad der Turbine und das Kraftmaschinendrehmoment verbessert werden.

**[0041]** In Fig. 2 ist gezeigt, dass ein Abgassensor **226** an den Auslasskanal **148** gekoppelt ist. Der Sensor **226** kann stromaufwärts einer oder mehrerer Abgasreinigungsvorrichtungen, wie z. B. der Vorrichtung **72** nach Fig. 1, im Auslasskanal positioniert sein. Der Sensor **226** kann aus verschiedenen geeigneten Sensoren ausgewählt sein, um eine Angabe des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses der Abgase bereitzustellen, wie z. B. ein linearer Sauerstoffsensoren oder UEGO-(universeller oder Weitbereichs-Abgassauerstoff-), ein Zweizustands-Sauerstoffsensoren oder EGO-(wie dargestellt ist), ein HEGO-(ein erwärmter EGO-), ein NO<sub>x</sub>-, HC- oder CO-Sensor. Die stromabwärts befindlichen Abgasreinigungsvorrichtungen können einen Dreiwegekatalysator (TWC) und/oder eine NO<sub>x</sub>-Falle und/oder verschiedene andere Abgasreinigungsvorrichtungen oder Kombinationen daraus enthalten.

**[0042]** Die Abgastemperatur kann durch einen oder mehrere (nicht gezeigte) Temperatursensoren, die sich im Auslasskanal **148** befinden, geschätzt werden. Alternativ kann die Abgastemperatur basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine, wie z. B. der Drehzahl, der Last, dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis (AFR), der Funkenspätverstellung usw., abgeleitet werden.

**[0043]** Der Zylinder **230** kann ein Verdichtungsverhältnis aufweisen, das das Verhältnis der Volumina ist, wenn sich der Kolben **236** an der unteren Mitte befindet, bis zur oberen Mitte. Gewöhnlich liegt das Verdichtungsverhältnis im Bereich von 9:1 bis 10:1. In einigen Beispielen, in denen andere Kraftstoffe verwendet werden, kann das Verdichtungsverhältnis jedoch vergrößert sein. Dies kann z. B. geschehen, wenn Kraftstoffe mit einer höheren Oktanzahl oder Kraftstoffe mit einer höheren latenten Verdampfungsenthalpie verwendet werden. Falls eine Direkteinspritzung verwendet wird, kann das Verdichtungsverhältnis aufgrund ihrer Wirkung auf das Kraftmaschinenklopfen außerdem vergrößert sein.

**[0044]** In einigen Ausführungsformen kann jeder Zylinder der Kraftmaschine **10** eine Zündkerze **91** zum Einleiten der Verbrennung enthalten. Das Zündsystem **288** kann der Verbrennungskammer **230** in Reaktion auf ein Zündvorstellungssignal SA von dem Controller **12** unter ausgewählten Betriebsmodi über die Zündkerze **91** einen Zündfunken bereitstellen. In einigen Ausführungsformen kann jedoch die Zünd-

kerze **91** weggelassen sein, wie z. B. wenn die Kraftmaschine **10** die Verbrennung durch Selbstzündung oder durch die Einspritzung des Kraftstoffs einleiten kann, wie es bei einigen Diesel-Kraftmaschinen der Fall sein kann.

**[0045]** In einigen Ausführungsformen kann jeder Zylinder der Kraftmaschine **10** mit einer oder mehreren Kraftstoffeinspritzdüsen konfiguriert sein, um ihm Kraftstoff bereitzustellen. Als ein nicht einschränkendes Beispiel ist gezeigt, dass der Zylinder **230** eine Kraftstoffeinspritzdüse **66** enthält. Es ist gezeigt, dass die Kraftstoffeinspritzdüse **66** direkt an die Verbrennungskammer **230** gekoppelt ist, um den Kraftstoff proportional zu der Impulsbreite eines Signals FPW, das über einen elektronischen Treiber **268** von dem Controller **12** empfangen wird, direkt in ihn einzuspritzen. Auf diese Weise stellt die Kraftstoffeinspritzdüse **66** das bereit, was als Direkteinspritzung (die im Folgenden außerdem als "DI" bezeichnet wird) des Kraftstoffs in den Verbrennungszylinder **230** bekannt ist. Während Fig. 2 die Einspritzdüse **66** als eine Seiteneinspritzdüse zeigt, kann sie sich außerdem über dem Kolben, wie z. B. in der Nähe der Position der Zündkerze **91**, befinden. Eine derartige Position kann, wenn die Kraftmaschine mit einem Kraftstoff auf Alkoholbasis betrieben wird, aufgrund der geringeren Flüchtigkeit einiger Kraftstoffe auf Alkoholbasis die Mischung und die Verbrennung verbessern. Alternativ kann sich die Einspritzdüse über dem und in der Nähe des Einlassventils befinden, um das Mischen zu verbessern. In einer alternativen Ausführungsform kann die Einspritzdüse **66** eine Kanaleinspritzdüse sein, die den Kraftstoff in der Einlassöffnung stromaufwärts des Zylinders **230** bereitstellt.

**[0046]** Der Kraftstoff kann der Kraftstoffeinspritzdüse **66** von einem Hochdruck-Kraftstoffsystem **8** zugeführt werden, das Kraftstofftanks, Kraftstoffpumpen und einen Kraftstoffverteiler enthält. Alternativ kann der Kraftstoff durch eine einstufige Kraftstoffpumpe bei einem niedrigeren Druck zugeführt werden, wobei in diesem Fall die Zeitsteuerung der Kraftstoff-Direkteinspritzung während des Verdichtungs takts eingeschränkter sein kann, als wenn ein Hochdruck-Kraftstoffsystem verwendet wird. Ferner können die Kraftstofftanks einen Drucksensor besitzen, der dem Controller **12** ein Signal bereitstellt, während dies nicht gezeigt ist. Die Kraftstofftanks in dem Kraftstoffsystem **8** können Kraftstoff mit verschiedenen Kraftstoffqualitäten, wie z. B. verschiedenen Kraftstoffzusammensetzungen, enthalten. Diese Unterschiede können einen unterschiedlichen Alkoholgehalt, eine unterschiedliche Oktanzahl, unterschiedliche Verdampfungswärmen, unterschiedliche Kraftstoffmischungen und/oder Kombinationen daraus usw. enthalten. In einigen Ausführungsformen kann das Kraftstoffsystem **8** an ein Kraftstoffdampf-Rückgewinnungssystem gekoppelt sein, das einen Behälter zum Lagern der Betankungs- und täglichen



Kraftstoffdämpfe enthält. Die Kraftstoffdämpfe können während des Kraftmaschinenbetriebs, wenn die Entleerungsbedingungen erfüllt sind, aus dem Behälter in die Kraftmaschinenzylinder entleert werden. Die Kraftstoffdämpfe können z. B. bei oder unter dem Atmosphärendruck über den ersten Einlasskanal in den Zylinder gesaugt werden.

**[0047]** Der Controller **12** ist in **Fig. 2** als ein Mikrocomputer gezeigt, der eine Mikroprozessoreinheit **102**, die Eingabe-/Ausgabe-Ports **104**, ein elektronisches Speichermedium für ausführbare Programme und Eichwerte, das in diesem speziellen Beispiel als ein Festwertspeicher **106** gezeigt ist, einen Schreib-Lese-Speicher **108**, einen Haltespeicher **110** und einen Datenbus enthält. Der Festwertspeicher **106** des Speichermediums kann mit computerlesbaren Daten programmiert sein, die durch den Mikroprozessor **102** ausführbare Anweisungen repräsentieren, um sowohl die im Folgenden beschriebenen Verfahren und Routinen als auch andere Varianten, die vorhergesehen werden, aber nicht spezifisch aufgelistet sind, auszuführen. Der Controller **12** kann zusätzlich zu jenen Signalen, die vorher erörtert worden sind, verschiedene Signale von an die Kraftmaschine **10** gekoppelten Sensoren empfangen, einschließlich der Messung des eingeleiteten Luftmassendurchflusses (MAF) von einem Luftmassendurchflusssensor **48**; einer Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur (ECT) von einem an eine Kühlmantelgehäuse **214** gekoppelten Temperatursensor **212**; eines Profil-Zündungs-Ansprechsignals (PIP) von einem Hall-Effekt-Sensor **220** (oder einem anderen Typ), der an die Kurbelwelle **240** gekoppelt ist; einer Drosselklappenposition (TP) von einem Drosselklappenpositionssensor; eines Krümmerabsolutdrucksignals (MAP) von einem Sensor **98**, des Zylinder-AFR vom EGO-Sensor **226** und der anormalen Verbrennung von einem Klopfsensor und einem Kurbelwellen-Beschleunigungssensor. Das Kraftmaschinen-Drehzahlsignal, RPM, kann durch den Controller **12** aus dem Signal PIP erzeugt werden. Das Krümmerdrucksignal MAP von einem Krümmerdrucksensor kann verwendet werden, um eine Angabe des Unterdrucks oder des Drucks in dem Einlasskrümmer bereitzustellen.

**[0048]** Basierend auf einer Eingabe von einem oder mehreren der obenerwähnten Sensoren kann der Controller **12** einen oder mehrere Aktuatoren, wie z. B. die Kraftstoffeinspritzdüse **66**, die Drosselklappe **62**, die Zündkerze **91**, das Kompressor-Einlassventil, die Einlass-/Auslassventile und die Nocken usw. einstellen. Der Controller kann die Eingangsdaten von den verschiedenen Sensoren empfangen, die Eingangsdaten verarbeiten und die Aktuatoren in Reaktion auf die verarbeiteten Eingangsdaten basierend auf einer Anweisung oder einem Code, die bzw. der darin entsprechend einer oder mehreren Routinen

programmiert ist, auslösen. Eine beispielhafte Steuerroutine wird später bezüglich **Fig. 4** beschrieben.

**[0049]** In **Fig. 3** stellt die Abbildung **300** beispielhafte Ventilzeitsteuerungen bezüglich einer Kolbenposition für einen Kraftmaschinenzylinder, der 5 Ventile umfasst, dar: zwei Einlassventile, zwei Auslassventile und ein Kompressor-Einlassventil, wie z. B. in den **Fig. 1–Fig. 2** beschrieben ist. Das Beispiel nach **Fig. 3** ist im Wesentlichen maßstabsgerecht gezeichnet, selbst wenn nicht jeder einzelne Punkt mit Bezugszeichen beschriftet ist. Als solche können die relativen Unterschiede der Zeitsteuerungen durch die Zeichnungsabmessungen geschätzt werden. Auf Wunsch können jedoch andere relative Zeitsteuerungen verwendet werden.

**[0050]** In **Fig. 3** ist der Zylinder dafür ausgelegt, den Einlass über zwei Einlassventile zu empfangen und einen ersten Ausblasanteil über ein erstes Auslassventil zu einem Turbineneinlass zu entleeren, einen zweiten Spülanteil über ein zweites Auslassventil zu einer Abgasreinigungsvorrichtung zu entleeren und eine Kombination aus Niederdruck-Abgas und frischer Durchblasluft über ein Kompressor-Einlassventil zu dem Einlass eines Turbokompressors strömen zu lassen. Durch das Einstellen der Zeitsteuerung des Öffnens und/oder des Schließens des Kompressor-Einlassventils mit der der beiden Auslass- und der beiden Einlassventile können restliche Abgase in dem Verdichtungsraum des Zylinders ausgeräumt und zusammen mit frischer Einlass-Durchblasluft als AGR zurückgeführt werden.

**[0051]** Die Abbildung **300** veranschaulicht eine Kraftmaschinenposition entlang der x-Achse in Kurbelwinkelgraden (CAD). Die Kurve **302** stellt die Kolbenpositionen (entlang der y-Achse) bezüglich ihres Ortes von dem oberen Totpunkt (OTP) und/oder dem unteren Totpunkt (UTP) und weiter unter Bezugnahme auf ihren Ort innerhalb der vier Takte (Einlass, Verdichtung, Arbeit und Ausstoß) eines Kraftmaschinenzyklus dar.

**[0052]** Während des Kraftmaschinenbetriebs durchläuft jeder Zylinder typischerweise einen Viertaktzyklus, der einen Einlasstakt, einen Verdichtungstakt, einen Arbeitstakt und einen Ausstoßtakt enthält. Im Allgemeinen sind während des Einlasstakts die Auslassventile geschlossen und die Einlassventile geöffnet. Über den entsprechenden Einlasskanal wird Luft in den Zylinder eingeleitet, wobei sich der Zylinderkolben zum Boden des Zylinders bewegt, um das Volumen in dem Zylinder zu vergrößern. Die Position, in der sich der Kolben in der Nähe des Bodens des Zylinders und am Ende seines Takts befindet (z. B. wenn sich die Verbrennungskammer auf ihrem größten Volumen befindet), wird durch die Fachleute auf dem Gebiet typischerweise als unterer Totpunkt (UTP) bezeichnet. Während des Verdichtungs-

takts sind die Einlassventile und die Auslassventile geschlossen. Der Kolben bewegt sich zum Zylinderkopf, um die Luft in der Verbrennungskammer zu verdichten. Der Punkt, an dem sich der Kolben am Ende seines Takts und am nächsten beim Zylinderkopf befindet (z. B. wenn sich die Verbrennungskammer auf ihrem kleinsten Volumen befindet), wird durch die Fachleute auf dem Gebiet typischerweise als oberer Totpunkt (OTP) bezeichnet. In einem Prozess, der hier als Einspritzung bezeichnet wird, wird der Kraftstoff in die Verbrennungskammer eingeleitet. In einem Prozess, der hier als Zündung bezeichnet wird, wird der eingespritzte Kraftstoff durch bekannte Zündmittel, wie z. B. eine Zündkerze, gezündet, was zur Verbrennung führt. Während des Arbeitstakts schieben die sich ausdehnenden Gase den Kolben zurück zum UTP. Eine Pleuellwelle setzt die Pleuellbewegung in ein Drehmoment der Pleuellwelle um. Während des Ausstoßtakts sind in einer herkömmlichen Konstruktion die Auslassventile geöffnet, um das restliche verbrannte Luft-Kraftstoff-Gemisch zu den entsprechenden Auslasskanälen freizugeben, wobei der Kolben zum OTP zurückkehrt. In dieser Beschreibung kann das Kompressor-Einlassventil gegen das Ende des Ausstoßtakts geöffnet werden, während die Auslassventile geschlossen werden, um die restlichen Abgase mit der Durchblasluft auszuspülen.

**[0053]** Die Kurve **304** stellt eine erste Einlassventil-Zeitsteuerung, einen ersten Einlassventil-Hub und eine erste Einlassventil-Dauer für ein erstes Einlassventil (Int\_1) dar, während die Kurve **306** eine zweite Einlassventil-Zeitsteuerung, einen zweiten Einlassventil-Hub und eine zweite Einlassventil-Dauer für ein zweites Einlassventil (Int\_2) darstellt, die an den Einlasskanal des Kraftmaschinenzylinders gekoppelt sind. Die Kurve **308** stellt eine beispielhafte Auslassventil-Zeitsteuerung, einen beispielhaften Auslassventil-Hub und eine beispielhafte Auslassventil-Dauer für ein erstes Auslassventil (Exh\_1) dar, das an einen ersten Auslasskanal des Kraftmaschinenzylinders gekoppelt ist, während die Kurven **310a** und **310b** beispielhafte Einlassventil-Zeitsteuerungen, -Hübe und -Dauern für ein zweites Auslassventil (Exh\_2) darstellen, das an einen zweiten Auslasskanal des Kraftmaschinenzylinders gekoppelt ist. Wie vorher ausgearbeitet worden ist, verbindet der erste Auslasskanal ein erstes Auslassventil mit dem Einlass einer Turbine in einem Turbolader, während der zweite Auslasskanal ein zweites Auslassventil mit einem Ort stromabwärts der Turbine und stromaufwärts einer Abgasreinigungsverrichtung verbindet. Die Kurve **312** stellt eine beispielhafte Ventilzeitsteuerung, einen beispielhaften Ventilhub und eine beispielhafte Ventildauer für ein Kompressor-Einlassventil (CIV) dar, das an einen dritten Kanal gekoppelt ist, der das CIV mit dem Einlass des Turbokompressors verbindet. Der erste und der zweite Auslasskanal und der

dritte Kanal zum Strömen der AGR und der Durchblasluft können voneinander getrennt sein.

**[0054]** In dem dargestellten Beispiel werden das erste und das zweite Einlassventil mit einer gemeinsamen Zeitsteuerung von einer geschlossenen Position, erheblich näher am OTP des Einlasstakts gerade vor den CAD2 (z. B. bei oder gerade vor dem OTP des Einlasstakts) beginnend, vollständig geöffnet (die Kurven **304** und **306**) und werden nach den CAD3 (z. B. bei oder gerade nach dem UTP) geschlossen, gerade nachdem ein anschließender Verdichtungstakt begonnen hat. Außerdem können die beiden Einlassventile, wenn sie vollständig geöffnet sind, mit dem gleichen Betrag des Ventilhubes L1 während der gleichen Dauer D1 geöffnet sein. In anderen Beispielen können die beiden Ventile mit einer unterschiedlichen Zeitsteuerung betrieben werden, indem die Phaseneinstellung, der Hub oder die Dauer basierend auf den Kraftmaschinenbedingungen eingestellt werden.

**[0055]** Bei den Auslassventilen ist die Zeitsteuerung des ersten und des zweiten Auslassventils mit der des Kompressor-Einlassventils (CIV) gestaffelt. Spezifisch wird das erste Auslassventil mit einer ersten Zeitsteuerung (die Kurve **308**), die früher in dem Kraftmaschinenzyklus als die Zeitsteuerung (die Kurven **310a**, **310b**) ist, mit der das zweite Auslassventil von geschlossen geöffnet wird, und die früher als die Zeitsteuerung (die Kurve **312**) ist, mit der das CIV von geschlossen geöffnet wird, aus einer geschlossenen Position geöffnet. Spezifisch befindet sich die erste Zeitsteuerung für das erste Auslassventil näher am UTP des Ausstoßtakts, gerade vor den CAD1 (z. B. bei oder gerade vor dem UTP des Ausstoßtakts), während die Zeitsteuerung für das Öffnen des zweiten Auslassventils und des CIV vom UTP des Ausstoßtakts nach die CAD1, aber vor die CAD2 nach spät verstellt ist. Das erste (die Kurve **308**) und das zweite (die Kurve **310a**) Auslassventil können vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden, während das CIV über den OTP hinaus offen gelassen wird, wenn der Einlasstakt begonnen hat, um sich positiv mit den Einlassventilen zu überschneiden. Das CIV kann z. B. vor dem Mittelpunkt des Einlasstakts geschlossen werden.

**[0056]** Genau dargelegt kann das erste Auslassventil beim oder vor dem Beginn eines Ausstoßtakts (z. B. innerhalb von 10 Grad vor dem UTP) von geschlossen vollständig geöffnet werden, während eines ersten Teils des Ausstoßtakts vollständig offen gelassen werden und kann vollständig geschlossen werden, bevor der Ausstoßtakt endet (z. B. innerhalb von 45 Grad vor dem OTP), um den Ausblasanteil des Auslassimpulses zu sammeln. Das zweite Auslassventil (die Kurve **310a**) kann aus einer geschlossenen Position bei etwa dem Mittelpunkt des Ausstoßtakts (z. B. zwischen 60 und 90 Grad nach dem UTP) vollständig geöffnet werden, während ei-

nes zweiten Abschnitts des Ausstoßtakts offen gelassen werden und kann vollständig geschlossen werden, bevor der Ausstoßtakt endet (z. B. innerhalb von 20 Grad vor dem OTP), um den Spülanteil des Abgases zu entleeren. Das CIV kann gegen das Ende des Ausstoßtakts (z. B. innerhalb von 25 Grad vor dem OTP) von geschlossen vollständig geöffnet werden, kann vollständig offen gelassen werden, bis wenigstens ein anschließender Einlasstakt begonnen hat, und kann beträchtlich nach dem OTP des Ausstoßtakts (z. B. innerhalb von 30 Grad nach dem OTP) vollständig geschlossen werden. Die Einlassventile können von geschlossen vollständig geöffnet werden, gerade bevor der Ausstoßtakt endet (z. B. innerhalb von 10 Grad vor dem OTP), während des Einlasstakts offen gelassen werden und bei oder gerade nach dem Beginn des Verdichtungstakts (z. B. innerhalb von 10 Grad nach dem UTP) vollständig geschlossen werden. Deshalb können das CIV und die Einlassventile, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, eine Phase der positiven Überschneidung (z. B. von innerhalb von 10 Grad vor dem OTP bis 30 Grad nach dem OTP) besitzen, um das Durchblasen mit AGR zu ermöglichen. Dieser Zyklus, bei dem alle fünf Ventile betriebsbereit sind, kann sich basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine selbst wiederholen.

**[0057]** Ferner kann das erste Auslassventil vollständig geschlossen und geschlossen gelassen werden, beträchtlich bevor das CIV vollständig geöffnet wird, während das zweite Auslassventil vollständig geschlossen werden kann, gerade nachdem das CIV geöffnet worden ist. Ferner können sich das erste und das zweite Auslassventil miteinander überschneiden und können sich das zweite Auslassventil und das CIV minimal miteinander überschneiden, wobei sich aber das erste Auslassventil nicht mit dem CIV überschneiden kann.

**[0058]** Wie früher erwähnt worden ist, kann das CIV betriebsbereit sein, wenn der MAP höher als der Kompressor-Einlassdruck ist. Wenn jedoch der MAP niedriger als der Kompressor-Einlassdruck ist, kann das CIV deaktiviert sein und geschlossen gelassen werden, bis der MAP höher als der Druck am Kompressoreinlass ist. Spezifisch kann das CIV geschlossen werden, falls es offen ist, oder geschlossen gelassen werden, um eine entgegengesetzte Luftströmung vom Kraftmaschineneinlass über den Zylinder in den Einlasskrümmer zu verhindern. Hier kann die Zeitsteuerung des ersten Auslassventils die gleiche wie die erste Zeitsteuerung sein, die in der Kurve **308** nach **Fig. 3** dargestellt ist: Öffnen gerade vor dem UTP, wenn der Ausstoßtakt beginnt, und Schließen beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts am OTP. Das zweite Auslassventil kann jedoch etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt geöffnet werden und kann bis gerade nach dem Ende des Ausstoßtakts (z. B. 10 Grad nach dem OTP) offen gelassen

werden (die Kurve **310b**), um den Zylinder von seinem Abgas zu entleeren. Das zweite Auslassventil kann bei oder gerade nach dem Ende des Ausstoßtakts vollständig geschlossen werden, wobei keine positive Ventilüberschneidung zwischen dem zweiten Auslassventil und den Einlassventilen auftreten kann, um das Durchblasen zu vermeiden.

**[0059]** Die Zeitsteuerungen des zweiten Auslassventils können im Wesentlichen basierend auf der Aktivierung oder der Deaktivierung des CIV variiert werden. Wenn der MAP höher als der Kompressor-Einlassdruck ist und das CIV während des Verbrennungszyklus betriebsbereit ist, kann das zweite Auslassventil etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt geöffnet werden und beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden (die Kurve **310a**). In einem Beispiel kann das zweite Auslassventil etwa 80 Grad nach dem UTP geöffnet werden und innerhalb von 20 Grad vor dem OTP geschlossen werden. Wenn der MAP niedriger als der Kompressor-Einlassdruck ist und das CIV deaktiviert ist und geschlossen gelassen wird, kann das zweite Auslassventil etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt geöffnet und bei oder gerade nach dem OTP vollständig geschlossen werden, wenn der Ausstoßtakt endet, (die Kurve **310b**). Das zweite Auslassventil kann z. B. etwa 90 Grad nach dem UTP geöffnet werden und kann innerhalb von 10 Grad nach dem OTP geschlossen werden. In dem in **Fig. 3** gezeigten Beispiel können für das zweite Auslassventil die Kurven **310a** und **310b** die gleiche Dauer D3 besitzen. In anderen Beispielen können die Dauern zusammen mit der Phaseneinstellung des zweiten Auslassventils variiert werden.

**[0060]** Außerdem kann das erste Auslassventil bei einer ersten Zeitsteuerung mit einem ersten Betrag des Ventilhubes L2 geöffnet werden, während das zweite Auslassventil mit einem zweiten Betrag des Ventilhubes L3 geöffnet werden kann (die Kurve **310a**) und das CIV mit einem dritten Betrag des Ventilhubes L5 geöffnet werden kann. Noch weiter kann das erste Auslassventil bei einer ersten Zeitsteuerung während einer Dauer D2 geöffnet sein, während das zweite Auslassventil während einer Dauer D3 geöffnet sein kann und das CIV während einer Dauer D5 geöffnet sein kann. Es wird erkannt, dass in alternativen Ausführungsformen die beiden Auslassventile den gleichen Betrag des Ventilhubes und/oder die gleiche Dauer der Öffnung besitzen können, während sie sich mit Zeitsteuerungen mit unterschiedlicher Phaseneinstellung öffnen.

**[0061]** Auf diese Weise können unter Verwendung gestaffelter Ventilzeitsteuerungen der Wirkungsgrad und die Leistung der Kraftmaschine erhöht werden, indem die bei einem höheren Druck freigegebenen Abgase (z. B. sich ausdehnenden Ausblas-Abgase in einem Zylinder) von den restlichen Abgasen bei

niedrigem Druck (z. B. den Abgasen, die nach dem Ausblasen in dem Zylinder verbleiben) in die verschiedenen Kanäle getrennt werden. Durch das Befördern der restlichen Niederdruck-Abgase als AGR zusammen mit der Durchblasluft zum Kompressor-einlass, können die Verbrennungskammertemperaturen verringert werden und dadurch das Klopfen und die Funkspätverstellung vom maximalen Drehmoment verringert werden. Weil ferner die Abgase am Ende des Takts entweder zu einem Ort stromabwärts einer Turbine oder stromaufwärts eines Kompressors geleitet werden, die sich beide auf niedrigeren Drücken befinden, können die Abgaspumpverluste minimiert werden, um den Kraftmaschinenwirkungsgrad zu verbessern.

**[0062]** Folglich können die Abgase effizienter verwendet werden, als einfach alles Abgas eines Zylinders durch eine einzige, gemeinsame Auslassöffnung zu einer Turbolader-Turbine zu leiten. Als solche können mehrere Vorteile erreicht werden. Der dem Turbolader zugeführte durchschnittliche Abgasdruck kann z. B. durch das Trennen und Leiten des Ausblasimpulses in den Turbineneinlass erhöht werden, um die Turboladerausgabe zu verbessern. Außerdem kann die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verbessert werden, weil die Durchblasluft nicht zum Katalysator geleitet wird und stattdessen zum Kompressoreinlass geleitet wird, wobei deshalb überschüssiger Kraftstoff nicht in die Abgase eingespritzt werden kann, um ein stöchiometrisches Verhältnis aufrechtzuerhalten.

**[0063]** In Fig. 4 ist eine beispielhafte Routine **400** zum Betreiben des Kompressor-Einlassventils (CIV) und der beiden Auslassventile gemäß den Kraftmaschinenbedingungen gezeigt. Insbesondere kann die Routine verschiedene Ventilpositionen basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine bestimmen, einschließlich der Verbrennungsstabilität, der Kraftmaschineneinschränkungen und der Übergangsvorgänge unter anderen Bedingungen. Ferner werden die Ventile durch einen oder mehrere Verbrennungszyklen während der Dauer der spezifischen Kraftmaschinenbedingung betrieben, wie im Folgenden erklärt wird.

**[0064]** Bei **402** können die Betriebsbedingungen der Kraftmaschine geschätzt und/oder gemessen werden. Diese können z. B. die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck, die Kraftmaschinentemperatur, die Kraftmaschinendrehzahl, die Kurbelwellendrehzahl, den Ladezustand der Batterie, die verfügbaren Kraftstoffe, die Katalysatortemperatur, das vom Fahrer angeforderte Drehmoment usw. enthalten. Bei **404** können basierend auf den geschätzten Betriebsbedingungen der Kraftmaschine die Funktion und der Betrieb aller Ventile bestimmt werden. Bei den Bedingungen eines stationären Zustands kann das CIV z. B. während eines Verbrennungszyklus der

Kraftmaschine betrieben werden, um das Durchblasen zu ermöglichen, die Abgaspumpverluste zu verringern und das Drehmoment zu verbessern.

**[0065]** Bei **406** kann bestimmt werden, ob die Bedingungen eines Kraftmaschinenstarts vorhanden sind. Ein Kraftmaschinenstart kann das Anlassen der Kraftmaschine über einen Motor, wie z. B. einen Startermotor, aus der Ruhe enthalten. Falls die Bedingungen des Kraftmaschinenstarts vorliegen, werden bei **408** das CIV und das erste Auslassventil deaktiviert und geschlossen gelassen, während der gesamte Abgasanteil über das zweite Auslassventil der Abgasreinigungsvorrichtung zugeführt wird. Genau dargelegt kann während eines Verbrennungszyklus unter den Bedingungen des Kraftmaschinenstarts das zweite Auslassventil vollständig geöffnet werden, gerade bevor der Ausstoßtakt beginnt, wobei es beim Beginn des Einlasstakts vollständig geschlossen werden kann. Während eines Kaltstarts können die heißen Abgase es unterstützen, die Abgasreinigungsvorrichtung auf die Anspringtemperatur zu bringen. Während eines Heißstarts können die anfänglichen Emissionen durch die Abgasreinigungsvorrichtung ausgeräumt werden, die die Anspringtemperatur erreicht hat.

**[0066]** Bei **410** kann bestimmt werden, ob ein Pedaldruck erwartet wird. Um in einem Turbolader-System in Vorbereitung auf einen Pedaldruck das Stabilisieren der Abgasturbine zu beschleunigen, kann das erste Auslassventil zusätzlich zum zweiten Auslassventil aktiviert werden, um den Ausblasanteil des Abgases zu der Turbine zu leiten. Spezifisch kann das erste Auslassventil geöffnet werden, gerade wenn der Ausstoßtakt beginnt, und beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden, um den Ausblasimpuls zu der Turbine zu zielen. Das zweite Auslassventil kann etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt geöffnet werden und beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden, um den Spülanteil des Abgases zur Abgasreinigungsvorrichtung zu kanalisieren.

**[0067]** Falls ein Pedaldruck bestätigt wird, kann die Routine bei **412** bestimmen, ob ein Krümmerluftdruck (MAP) höher als der Turbokompressor-Einlassdruck ist. Falls bestätigt wird, dass der MAP höher ist, kann das CIV bei **414** aktiviert werden, um es gegen das Ende des Ausstoßtakts zu öffnen, um es zu ermöglichen, dass die AGR und die Durchblasluft zum Kompressoreinlass übertragen werden.

**[0068]** Falls der MAP niedriger als der Kompressor-Einlassdruck ist, kann das CIV geschlossen oder geschlossen und deaktiviert gelassen werden, um eine entgegengesetzte Luftströmung zu verhindern. Unter den gedrosselten Bedingungen kann es sein, dass die Einlassluft von einem Ort stromaufwärts des Kompressors über die Verbrennungskammer zum Ein-

lasskrümmer strömen will. Um diese Rückströmung zu verhindern, kann das CIV deaktiviert und geschlossen werden, während das zweite Auslassventil etwa auf halbem Weg durch den Ausstoßtakts geöffnet und beim oder gerade nach dem Beginn des Einlasstakts geschlossen werden kann.

**[0069]** Bei **418** kann bestimmt werden, ob es ein Anzeichen des Kraftmaschinenklopfens gibt. Falls das Vorhandensein des Kraftmaschinenklopfens bestätigt wird, enthält die Routine bei **420** das Betreiben des CIV, um die AGR und das Durchblasen zu ermöglichen, die die Verbrennungskammereremperaturen kühlen können. Insbesondere kann das CIV gegen das Ende des Ausstoßtakts geöffnet und beträchtlich nach dem Beginn des Einlasstakts geschlossen werden. Wie vorher beschrieben worden ist, können die beiden Auslassventile betrieben werden, um die Ausblas- und Spülanteile zur Turbine bzw. zur Abgasreinigungsvorrichtung zu leiten. Das Kraftmaschinenklopfen kann auf ein anormales Verbrennungsereignis zurückzuführen sein, das in einem Zylinder nach einem Funkenzündungsereignis des Zylinders auftritt. Um die Verbrennungsstabilität zu fördern, kann zusätzlicher Kraftstoff in die Durchblasluft eingespritzt werden, um die AGR-Gase anzureichern. Durch das Einspritzen von Kraftstoff, um die AGR anzureichern, kann das Kraftmaschinenklopfen ohne die Verwendung der Funkenspätverstellung abgeschwächt werden, wobei dadurch das Kraftmaschinendrehmoment verbessert wird.

**[0070]** Als Nächstes kann bei **422** bestimmt werden, ob die Schubabschaltungs-(DFSO-engl.: deceleration fuel shut-off) oder Pedalfreigabebedingungen erfüllt sind. Das DFSO-Ereignis kann in Reaktion auf eine Drehmomentanforderung geschehen, die niedriger als ein Schwellenwert ist, wie z. B. während einer Pedalfreigabe. Dabei kann die Kraftstoffeinspritzung des Zylinders selektiv gestoppt werden. Wenn eine DFSO oder eine Pedalfreigabe bestätigt wird, dann kann das CIV bei **424** deaktiviert und geschlossen oder geschlossen gelassen werden, um eine Menge der Rückstände zu verringern, die während der Verzögerung dem Kraftmaschineneinlass zugeführt wird. Insbesondere wird das CIV während der gesamten Verbrennungszyklen geschlossen und/oder geschlossen gelassen, solange wie die DFSO oder die Pedalfreigabe dauert. Ferner können die Abgase als zwei Anteile kanalisiert werden: ein früherer Ausblasanteil über das erste Auslassventil und ein zweiter Spülanteil über das zweite Auslassventil. Die Kraftmaschineneinstellungen können eingestellt werden, um die Kraftmaschinen-Drehmomentreaktion nach dem Austritt aus dem DFSO zu maximieren. Die Drosselklappe kann z. B. so positioniert werden, um die beste Übergangsreaktion beim Pedaldruck zu ermöglichen.

**[0071]** Falls keine der oben beschriebenen Kraftmaschinenbedingungen vorhanden ist, können bei **426** die Ventile basierend auf den Bedingungen eines stationären Zustands betrieben werden. In einem Beispiel kann während der Bedingungen eines stationären Zustands, falls der MAP höher als der Kompressor-Einlassdruck ist, das CIV ähnlich zum Schritt **414** aktiviert und gegen Ende des Ausstoßtakts geöffnet und beträchtlich nach dem Beginn des Einlasstakts geschlossen werden. Falls in einem weiteren Beispiel der MAP niedriger als der Kompressor-Einlassdruck ist, kann das CIV wie im Schritt **416** deaktiviert und geschlossen gelassen werden. Die beiden Auslassventile können betrieben werden, wie vorher beschrieben worden ist: Falls das CIV während des Verbrennungszyklus betriebsbereit ist, schließen sich beide Auslassventile beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts. Falls das CIV nicht betriebsbereit ist, wird der Ausblasanteil des Abgases weiterhin über den ersten Auslass der Turbine zugeführt, während das zweite Auslassventil die verbleibenden Abgase zur Abgasreinigungsvorrichtung ableitet. Hier können das Durchblasen und die AGR nicht zum Kompressoreinlass kanalisiert werden. In einem noch weiteren Beispiel kann unter den Bedingungen keines stationären Zustands der Ventilbetrieb modifiziert und an die vorhandenen Bedingungen angepasst werden.

**[0072]** Nun werden unter Bezugnahme auf **Fig. 5** verschiedene Beispiele der Kraftmaschinenbedingungen und der resultierenden Ventileinstellungen ausgearbeitet. Spezifisch listet die Tabelle **500** beispielhafte Kombinationen des Entleerens eines Zylinders entlang drei getrennter Kanäle auf, die einen ersten Auslasskanal durch ein erstes Auslassventil, der zu einem Abgasturbineneinlass führt, einen zweiten Kanal durch ein zweites Auslassventil, der zu einer Abgasreinigungsvorrichtung führt, und einen dritten Kanal von einem Kompressor-Einlassventil zu einem Ort stromaufwärts des Turbokompressors umfassen. Als solche können die drei Anteile des Abgases getrennt und zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb desselben Kraftmaschinen-Verbrennungszyklus ausgetrieben werden, wie früher unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ausgearbeitet worden ist. Ferner sind während aller im Folgenden beschriebenen Bedingungen die Einlassventile betriebsbereit, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben worden ist. Beide Einlassventile können beim Beginn des Einlasstakts (z. B. beim oder gerade vor dem OTP des Ausstoßtakts) vollständig geöffnet werden und beim Ende des Einlasstakts (z. B. bei oder gerade nach dem UTP des Einlasstakts) vollständig geschlossen werden.

**[0073]** Während einer Kraftmaschinen-Startbedingung können das CIV und das erste Auslassventil deaktiviert sein und geschlossen gelassen werden, während das zweite Auslassventil während des gesamten Ausstoßtakts (z. B. von gerade vor dem Ende

des Arbeitstakts am UTP bis gerade nach dem Ende des Ausstoßtakts am OTP) betriebsbereit und offen ist, wodurch alles Abgas zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet wird. Wenn die Kraftmaschine aus der Ruhe und der Stilllegung gestartet wird, empfangen daher weder die Turbine noch der Kompressor einlass irgendeinen Anteil des Abgases. Ferner kann durch das Minimieren der positiven Ventilüberschneidung zwischen dem zweiten Auslassventil und einem oder mehreren Einlassventilen das Durchblasen verhindert werden, um das Übertragen eines mageren Abgases zur Abgasreinigungsvorrichtung zu vermeiden.

**[0074]** Während eines Pedaldrucks können beide Auslassventile aktiviert und betriebsbereit sein. Ein Ausblasanteil des Abgases kann durch das Öffnen des ersten Auslassventils gerade vor dem Ende des Arbeitstakts am UTP und das Schließen des ersten Auslassventils vor dem Ende des Ausstoßtakts zur Turbine geleitet werden. Ein zweiter Anteil der Abgase nach dem Ausblasen kann durch das Öffnen des zweiten Auslassventils etwa auf halbem Wege während des Ausstoßtakts einer Abgasreinigungsvorrichtung zugeführt werden. Beide Auslassventile können vor dem Ende des Ausstoßtakts am OTP geschlossen werden. Ein endgültiger Anteil des Niederdruck-Abgases (der LP-AGR), kombiniert mit frischer Durchblasluft, kann durch das Betreiben des CIV, um es gegen Ende des Ausstoßtakts zu öffnen, und durch das Aufrechterhalten einer positiven Ventilüberschneidung mit einem oder mehreren Einlassventilen während des Einlasstakts zum Einlass des Turbokompressors befördert werden. Das CIV kann beträchtlich nach dem Beginn des Einlasstakts, z. B. beträchtlich nach dem OTP, geschlossen werden. Folglich kann die Abgasturbine mit der von dem Ausblasimpuls des Abgases zurückgewonnenen Energie für einen Pedaldruck stabilisiert werden, während durch das Zurückführen der LP-AGR und des Durchblasens über den Kompressoreinlass das Klopfen und andere Verbrennungsinstabilitäten verringert werden können. Der Betrieb des CIV kann von dem MAP abhängen. Das CIV kann ausschließlich während des Verbrennungszyklus geöffnet sein, wenn der Krümmerluftdruck höher als der Kompressor-Einlassdruck ist, um die Strömung frischer Einlassluft durch den Zylinder und das CIV zu ermöglichen, um die restlichen Niederdruck-Abgase zum Kompressor-einlass zu übertragen.

**[0075]** Wenn eine Kraftmaschine unter gedrosselten Bedingungen arbeitet, kann der Krümmerluftdruck niedriger als der Kompressor-Einlassdruck sein. Deshalb kann das CIV während des Zyklus deaktiviert sein und geschlossen gelassen werden, während die beiden Auslassventile betriebsbereit sind, um die verbrannten Gase aus dem Zylinder abzuleiten. Der Ausblasimpuls von dem Abgas kann zu der Turbine des Turboladers geleitet werden, während der Spül-

anteil des Abgases zur Abgasreinigungsvorrichtung befördert werden kann. Das erste Auslassventil kann sich öffnen, gerade bevor der Ausstoßtakt beginnt, und kann sich beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts schließen. Das zweite Auslassventil kann sich etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt öffnen und kann sich beim OTP oder gerade nach dem Ende des Ausstoßtakts nach dem OTP schließen.

**[0076]** Während instabiler Verbrennungsbedingungen, wenn Kraftmaschinenklopfen vorhanden sein kann, kann das CIV aktiviert sein und gegen das Ende des Ausstoßtakts geöffnet werden, wobei es beträchtlich nach dem Beginn des Einlasstakts vollständig geschlossen werden kann, um die AGR und das Durchblasen zu ermöglichen. Außerdem kann in die Durchblasluft zusätzlicher Kraftstoff eingespritzt werden, um die AGR fetter zu machen und die Verbrennungsstabilität zu verbessern. Folglich kann das CIV ein Gemisch aus unverbranntem Kraftstoff, Niederdruck-Abgasen (als LP-AGR) und Durchblasluft für die Rückführung zu dem Zylinder zu dem Kompressoreinlass übertragen. Die beiden Auslassventile werden ähnlich zu dem betrieben, das für eine Pedaldruckbedingung beschrieben worden ist, wobei sie während eines Teils des Ausstoßtakts geöffnet sein können und beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden können.

**[0077]** Während einer Pedalfreigabebedingung kann das CIV deaktiviert sein und geschlossen gelassen werden, um zu verhindern, dass irgendeine AGR durch die Kraftmaschine strömt, da die Kraftmaschine gesperrt ist. Die beiden Auslassventile sind betriebsbereit, wodurch der erste Anteil der Abgase durch das erste Auslassventil zur Turbine abgelassen wird, während der verbleibende Anteil der Abgase durch das zweite Auslassventil zur Abgasreinigungsvorrichtung abgelassen wird. Das erste Auslassventil wird bei oder gerade vor dem Ende des Arbeitstakts geöffnet und wird beträchtlich vor dem Ende des Ausstoßtakts geschlossen. Das zweite Auslassventil wird auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt geöffnet und geschlossen, gerade nachdem der Einlasstakt begonnen hat.

**[0078]** Auf diese Weise kann ein Kompressor-Einlassventil mit einem geteilten Auslasssystem verwendet werden, um die Verbrennungsstabilität zu verbessern, während das Kraftmaschinendrehmoment aufrechterhalten wird. Durch das Strömen eines Gemischs aus Niederdruck-Abgasen und frischer Durchblasluft durch den Zylinder können die Verbrennungstemperaturen verringert werden und dadurch das Klopfen abgeschwächt werden. Weil die LP-AGR und die Durchblasluft zu einem Niederdruck-Kompressoreinlass und nicht zu einem Hochdruck-Turbineneinlass geleitet werden, werden die Abgas-pumpverluste verringert, wobei keine AGR-Drossel-

klappe erforderlich ist, um die Abgase in den Kompressoreinlass zu saugen, und wobei das Durchblasen nicht auf niedrige Kraftmaschinendrehzahlen beschränkt ist. Außerdem kann die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verbessert werden, weil die Durchblasluft zum Kompressor geleitet wird und das stöchiometrische Verhältnis der Abgase, die in die Abgasreinigungsvorrichtung eintreten, nicht beeinflusst. Insgesamt ist das Kraftmaschinendrehmoment unter Verwendung des Durchblasens und der AGR für die Abschwächung des Klopfens und die Verringerung des Vertrauens auf die Funken spätverstellung zum Steuern des Klopfens erhöht.

**[0079]** Während die obigen Beispiele zwei Auslassventile pro Zylinder und ein drittes Kompressor-Einlassventil enthalten können, um die Abgase von dem Zylinder abzuleiten, kann eine weitere Darstellung Systeme mit exakt einem Auslassventil und einem Kompressor-Einlassventil (CIV) pro Zylinder, wenigstens für einige Zylinder und potentiell für alle Zylinder, enthalten. Das CIV kann in dieser Darstellung als ein "zweites Auslassventil" bezeichnet werden. Diese Konfiguration kann die verschiedenen Verfahren und Komponenten, die hier oben beschrieben worden sind, verwenden, wobei das Auslassventil über einen ersten Kanal an den Einlass der Turbine gekoppelt ist und das CIV über einen zweiten Kanal an den Kompressoreinlass gekoppelt ist.

**[0080]** In Fig. 1 kann der Zylinder **20** ein erstes Auslassventil **122**, das über den Krümmer **55** und das Rohr **160** mit dem Einlass der Turbine **92** eines Turboladers **190** verbunden ist, und ein Kompressor-Einlassventil **112**, das über den Krümmer **59** und das Rohr **164** mit dem Einlass des Kompressors **94** verbunden ist, enthalten. Der Zylinder **20** kann ferner das Auslassventil **132** nicht enthalten. Folglich können alle Abgase über das Auslassventil **122** und das Kompressor-Einlassventil **112** aus dem Zylinder **20** abgeleitet werden, wobei ein größerer Anteil der Gase durch das Auslassventil **122** austritt und ein kleinerer Anteil der Abgase durch das Kompressor-Einlassventil **112** austritt. Die Abgase, die den Zylinder **20** über das Kompressor-Einlassventil **112** verlassen, können mit frischer Durchblasluft vom Einlasskrümmer **27** kombiniert werden.

**[0081]** Ein beispielhaftes Verfahren des Betriebs kann das Betreiben der Turbolader-Kraftmaschine unter der Bedingung eines aufgeladenen Betriebs enthalten, wobei der Einlasskompressor die Einlassluft komprimiert, bevor er sie durch die Einlassventile einem direkt eingespritzten Zylinder zuführt. Das Verfahren kann das Zuführen eines ersten Anteils des Abgases von einem Zylinder zu einem Turbineneinlass eines Turboladers nach einem ersten Auslassventil enthalten, wobei das erste Auslassventil eine frühere Öffnungs- und Schließzeitsteuerung (bezüglich des Kompressor-Einlassventils) ohne positive

Ventilüberschneidung mit dem einem oder den mehreren Einlassventilen besitzt. Außerdem enthält das Verfahren gleichzeitig in demselben Verbrennungszyklus wie das Zuführen des ersten Anteils das Zuführen einer Kombination aus AGR und Durchblasluft von dem Zylinder zu einem Einlass des Kompressors des Turboladers nach dem Kompressor-Einlassventil des Zylinders, das eine spätere Öffnungs- und Schließzeitsteuerung (bezüglich des ersten Auslassventils) besitzt, und mit einer positiven Ventilüberschneidung mit dem einem oder den mehreren Einlassventilen.

**[0082]** Diese beispielhafte Darstellung kann ferner enthalten, dass das Kompressor-Einlassventil aktiviert und geöffnet ist, um ausschließlich während der Bedingungen, wenn der Einlasskrümmer-Luftdruck höher als ein Kompressoreinlass-Luftdruck ist, innerhalb eines Kraftmaschinenzyklus Abgas zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors strömen zu lassen. Ferner kann das Kompressor-Einlassventil während eines Kraftmaschinenzyklus deaktiviert sein und geschlossen aufrechterhalten werden, wenn der Einlasskrümmerdruck niedriger als der Kompressoreinlassdruck ist. In diesem Fall können alle Abgase von dem Zylinder über das erste Auslassventil abgeleitet werden.

**[0083]** Es wird angegeben, dass die hier enthaltenen beispielhaften Steuer- und Schätzzroutinen mit verschiedenen Konfigurationen des Kraftmaschinen- und/oder Fahrzeugsystems verwendet werden können. Die hier offenbarten Steuerverfahren und -routinen können als ausführbare Anweisungen in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sein. Die hier beschriebenen spezifischen Routinen können eine oder mehrere aus irgendeiner Anzahl von Verarbeitungsstrategien, wie z. B. ereignisgesteuert, unterbrechungsgesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen, repräsentieren. Als solche können die veranschaulichten verschiedenen Handlungen, Operationen und/oder Funktionen in der veranschaulichten Reihenfolge ausgeführt werden, parallel ausgeführt werden oder in einigen Fällen weggelassen werden. Gleichermaßen ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht notwendigerweise erforderlich, um die Merkmale und Vorteile der hier beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen zu erreichen, sondern sie ist für die Leichtigkeit der Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt. Eine oder mehrere der veranschaulichten Handlungen, Operationen und/oder Funktionen können in Abhängigkeit von der verwendeten besonderen Strategie wiederholt ausgeführt werden. Ferner können die beschriebenen Handlungen, Operationen und/oder Funktionen Code graphisch darstellen, der in den nichtflüchtigen Speicher des computerlesbaren Speichermediums in dem Kraftmaschinen-Steuersystem zu programmieren ist.

**[0084]** Es ist klar, dass die hier offenbarten Konfigurationen und Routinen beispielhafter Art sind und dass diese spezifischen Ausführungsformen nicht in einem einschränkenden Sinn zu betrachten sind, weil zahlreiche Variationen möglich sind. Die obige Technik kann z. B. auf V-6-, R4-(I-4-), R-6-(I-6-), V-12-, Boxer-4- und andere Kraftmaschinentypen angewendet werden. Der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung enthält alle neuartigen und nicht offensichtlichen Kombinationen und Unterkombinationen der verschiedenen Systeme und Konfigurationen und anderen Merkmale, Funktionen und/oder Eigenschaften, die hier offenbart sind.

**[0085]** Die folgenden Ansprüche legen bestimmte Kombinationen und Unterkombinationen besonders dar, die als neuartig und nicht offensichtlich betrachtet werden. Diese Ansprüche können sich auf "ein" Element oder "ein erstes" Element oder dessen Äquivalent beziehen. Derartige Ansprüche sollten so verstanden werden, dass sie die Einbeziehung eines oder mehrerer derartiger Elemente enthalten und zwei oder mehr derartige Elemente weder erfordern noch ausschließen. Weitere Kombinationen und Unterkombinationen der offenbarten Merkmale, Funktionen, Elemente und/oder Eigenschaften können durch Abänderung der vorliegenden Ansprüche oder durch Darstellung neuer Ansprüche in dieser oder einer in Beziehung stehenden Anmeldung beansprucht werden. Derartige Ansprüche, ob ihr Umfang umfassender als der, enger als der oder gleich dem Umfang der ursprünglichen Ansprüche ist oder vom Umfang der ursprünglichen Ansprüche verschieden ist, werden außerdem als im Gegenstand der vorliegenden Offenbarung enthalten betrachtet.



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 8495992 [0004]

**Patentansprüche**

1. Kraftmaschinenverfahren, das Folgendes umfasst:

Strömen von Abgas durch ein erstes Auslassventil eines Zylinders zu einer Turbine eines Turboladers;  
Strömen von Abgas durch ein zweites Auslassventil des Zylinders zu einem Ort stromabwärts der Turbine und stromaufwärts einer Abgasreinigungsvorrichtung; und  
Strömen von Abgas durch ein drittes Ventil des Zylinders zu einem Ort stromaufwärts eines Kompressors des Turboladers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner Folgendes umfasst:

Leiten eines ersten Ausblasanteils des Abgasimpulses durch das erste Auslassventil;  
Leiten eines zweiten Spülanteils des Abgasimpulses durch das zweite Auslassventil zu der Abgasreinigungsvorrichtung; und  
Leiten einer Kombination aus Durchblasluft und einer restlichen Abgasrückführung (AGR) über das dritte Ventil zum Einlass des Kompressors.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das dritte Ventil aktiviert wird, um sich gegen ein Ende eines Ausstoßtakts vor einer Position des oberen Totpunkts (OTP) eines Kolbens in dem Zylinder zu öffnen, um die AGR-Gase einem Ort stromaufwärts des Kompressors bereitzustellen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das dritte Ventil beträchtlich nach einem Beginn eines Einlasstakts geschlossen wird, um eine positive Überschneidung mit einem oder mehreren Einlassventilen des Zylinders zu besitzen, um Durchblasluft einem Ort stromaufwärts des Kompressors bereitzustellen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das erste und das zweite Auslassventil beträchtlich vor der OTP-Position eines Kolbens gegen Ende des Ausstoßtakts geschlossen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das dritte Ventil innerhalb eines Kraftmaschinenzyklus nur während der Bedingungen, wenn der Einlasskrümmer-Luftdruck höher als der Kompressoreinlass-Luftdruck ist, aktiviert und geöffnet wird, um Abgas zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors strömen zu lassen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das dritte Ventil während eines Kraftmaschinenzyklus, wenn der Einlasskrümmerdruck niedriger als der Kompressoreinlassdruck ist, deaktiviert ist und geschlossen gelassen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die AGR eine Niederdruck-AGR ist.

9. Verfahren für eine aufgeladene Kraftmaschine mit einem geteilten Auslass, das Folgendes umfasst:  
Zuführen eines ersten Anteils des Abgases von einem Zylinder zu einer Turbine eines Turboladers;  
Zuführen eines zweiten Anteils des Abgases von dem Zylinder zu einer Abgasreinigungsvorrichtung; und  
Zuführen einer Kombination aus AGR und Durchblasluft von dem Zylinder zu einem Einlass eines Kompressors des Turboladers.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der erste Abgasanteil über einen ersten Auslasskanal von einem ersten Auslassventil des Zylinders geleitet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der zweite Abgasanteil über einen zweiten Auslasskanal von einem zweiten Auslassventil des Zylinders geleitet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die AGR und der Durchblasanteil über einen dritten Kanal von einem dritten Ventil des Zylinders geleitet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der erste und der zweite Abgasanteil und die Kombination aus AGR und Durchblasen alle innerhalb eines Verbrennungseignisses eines gemeinsamen Kraftmaschinenzyklus bereitgestellt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das dritte Ventil betrieben wird, um sich gegen Ende eines Ausstoßtakts zu öffnen und sich nur nach einer OTP-Position eines Kolbens in dem Zylinder zu schließen, um sich mit einer Öffnung eines oder mehrerer Einlassventile in der Nähe der OTP-Position des Kolbens zu überschneiden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, das ferner das Betreiben des dritten Ventils nur dann, wenn während eines Kraftmaschinenzyklus der Krümmerdruck höher als der Kompressor-Einlassdruck ist, umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das dritte Ventil während eines Verbrennungszyklus nicht betriebsbereit ist und geschlossen gelassen wird, wenn der Kompressoreinlassdruck höher als der Einlasskrümmerdruck ist.

17. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die AGR eine Niederdruck-AGR ist.

18. Kraftmaschinensystem, das Folgendes umfasst:  
einen Kraftmaschinenzylinder;  
einen Turbolader;  
einen ersten Auslasskanal, der ein erstes Auslassventil direkt nur mit einer Turbine des Turboladers verbindet;

einen zweiten Auslasskanal, der ein zweites Auslassventil direkt nur mit einer Abgasreinigungsvorrichtung verbindet;  
einen dritten Kanal, der ein drittes Ventil direkt nur mit einem Einlass des Turbolader-Kompressors verbindet.

19. System nach Anspruch 18, das ferner ein Steuersystem mit computerlesbaren Anweisungen umfasst, zum:

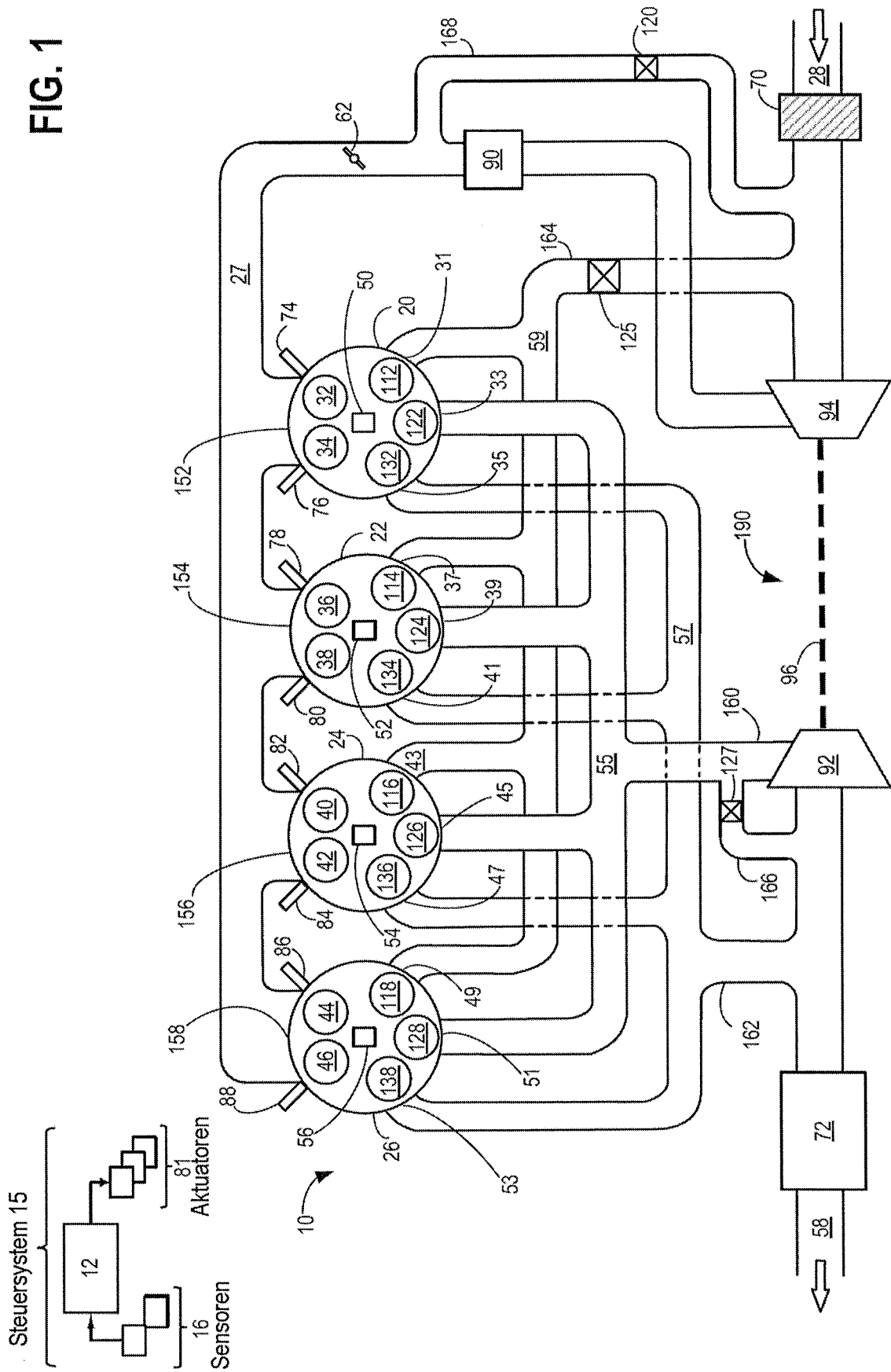
Einstellen der Ventilzeitsteuerungen, so dass das dritte Ventil aktiviert ist, um sich gegen Ende eines Ausstoßtakts zu öffnen und sich zu schließen, nachdem ein Einlasstakt begonnen hat, und ein Einlassventil mit einer positiven Ventilüberschneidung mit dem dritten Ventil zeitlich gesteuert wird.

20. System nach Anspruch 19, wobei das dritte Ventil während eines Kraftmaschinenzyklus nur aktiviert ist, wenn der Krümmerdruck höher als der Kompressoreinlassdruck ist, und unter gedrosselten Bedingungen deaktiviert ist und geschlossen gelassen wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



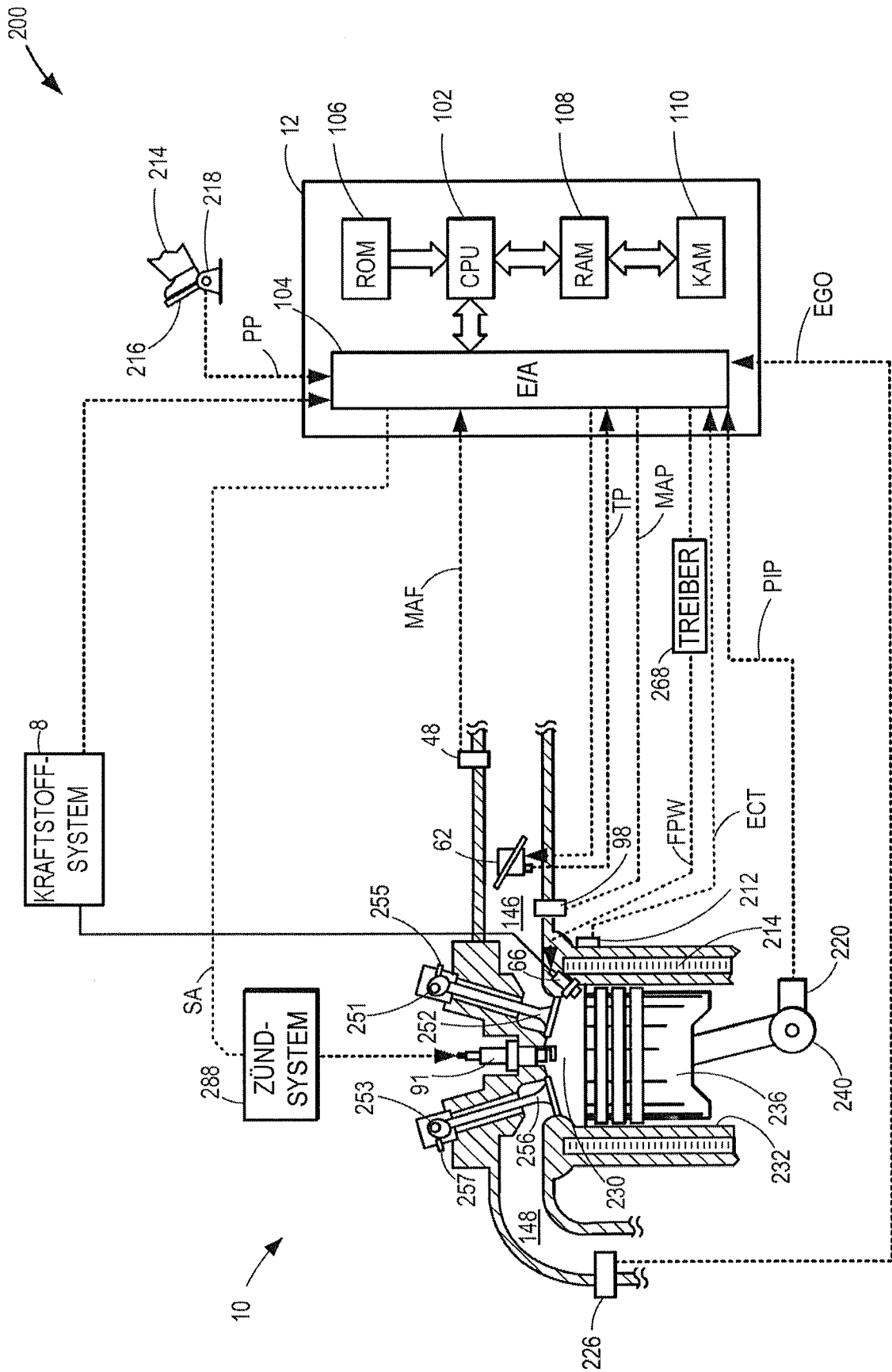


FIG. 2



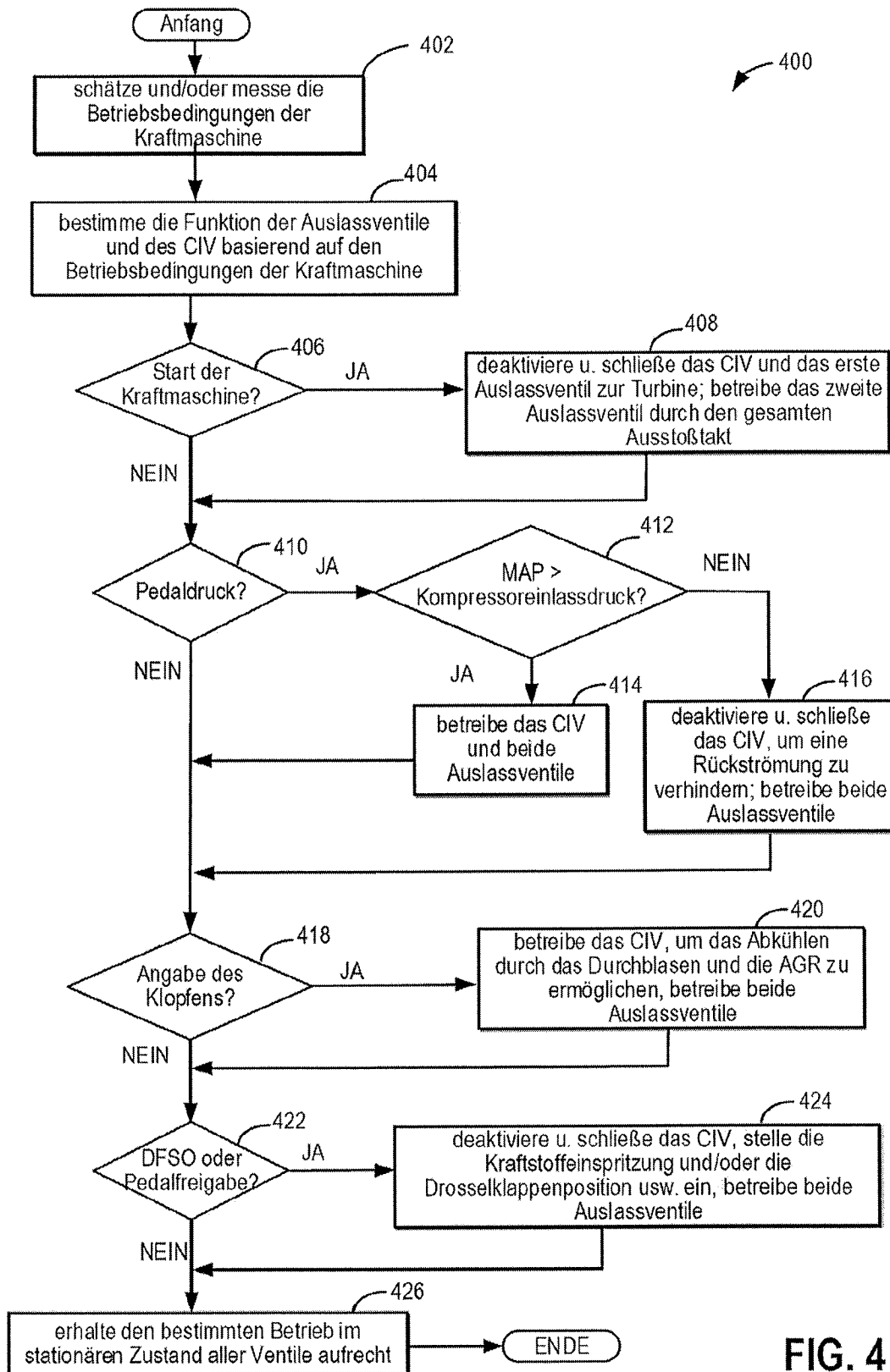


FIG. 4

500

Bedingung	Auslassventil-Zeitsteuerung	Abgasziel
Start der Kraftmaschine	das Exh_1 ist geschlossen u. deaktiviert	keine Abgabe zur Turbine
	das Exh_2 öffnet sich vor dem UTP und schließt sich gerade nach dem OTP	alles Abgas wird zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet
Pedaldruck	das CIV ist geschlossen u. deaktiviert	kein Durchblasen zum Kompressoreinlass
	das Exh_1 öffnet sich gerade vor dem UTP und schließt sich beträchtlich vor dem OTP	der Ausblas-Abgasanteil wird zur Turbine geleitet
	das Exh_2 öffnet sich, wenn sich das Exh_1 beim maximalen Hub befindet, etwa am Mittelpunkt des Ausstoßtakts und schließt sich vor dem OTP	der Spül-Abgasanteil wird zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet
	das CIV öffnet sich gegen das Ende des Ausstoßtakts vor dem OTP und schließt sich überschneidend mit den Einlassventilen beträchtlich nach dem OTP	die Mischung aus Durchblasen und LP-AGR wird zum Kompressoreinlass geleitet
gedrosselte Bedingungen	das Exh_1 öffnet sich gerade vor dem UTP und schließt sich beträchtlich vor dem OTP	der Ausblas-Abgasanteil wird zur Turbine geleitet
	das Exh_2 öffnet sich etwa am Mittelpunkt des Ausstoßtakts und schließt sich gerade nach dem OTP	der Spül-Abgasanteil wird zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet
instabile Verbrennung	das CIV ist geschlossen u. deaktiviert	kein Durchblasen zum Kompressoreinlass
	das Exh_1 öffnet sich gerade vor dem UTP und schließt sich beträchtlich vor dem OTP	der Ausblas-Abgasanteil wird zur Turbine geleitet
	das Exh_2 öffnet sich, wenn sich das Exh_1 beim maximalen Hub befindet, etwa am Mittelpunkt des Ausstoßtakts und schließt sich vor dem OTP	der Spül-Abgasanteil wird zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet
Pedalfreigabe	das CIV öffnet sich beträchtlich vor dem OTP und schließt sich überschneidend mit den Einlassventilen beträchtlich nach dem OTP; in das Durchblasen kann Kraftstoff eingespritzt werden	die Mischung aus Durchblasen, LP-AGR und unverbranntem Kraftstoff zum Kompressoreinlass
	das Exh_1 öffnet sich vor dem UTP und schließt sich beträchtlich vor dem OTP	der Ausblas-Abgasanteil wird zur Turbine geleitet
	das Exh_2 öffnet sich, wenn sich das Exh_1 beim maximalen Hub befindet, etwa auf halbem Wege durch den Ausstoßtakt und schließt sich gerade nach dem OTP	der Spül-Abgasanteil wird zur Abgasreinigungsvorrichtung geleitet
	das CIV ist geschlossen u. deaktiviert	kein Durchblasen zum Kompressoreinlass

FIG. 5