



(10) **DE 10 2014 200 797 A1** 2014.07.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 200 797.6**
(22) Anmeldetag: **17.01.2014**
(43) Offenlegungstag: **24.07.2014**

(51) Int Cl.: **F02D 23/00 (2006.01)**
F02D 21/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13/746,232 **21.01.2013** **US**

(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735, Köln, DE

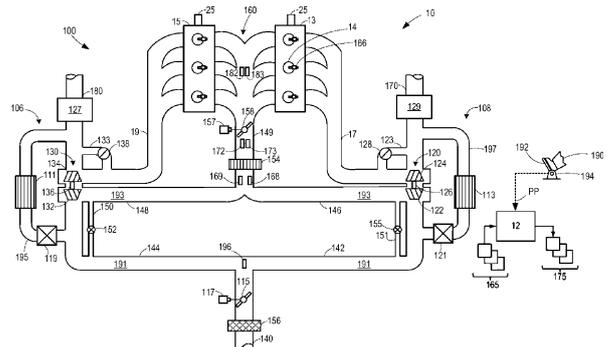
(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(72) Erfinder:
Hilditch, James Alfred, Canton, Mich., US;
**Surnilla, Gopichandra, West Bloomfield, Mich.,
US; Styles, Daniel Joseph, Canton, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Niederdruck-AGR-Steuerung während des Betriebs des Kompressorumgehungsventils**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Kraftmaschinensystem mit Turbolader, das ein Niederdruck-Abgasrückführungssystem (Niederdruck-AGR-System) und einen Einlass-Sauerstoffsensor enthält, zusammen mit Verfahren für dessen Betrieb beschrieben. Das System enthält ein Kompressorumgehungsventil, das in einem Kanal angeordnet ist, der den Turboladerkompressor umgeht, und ein AGR-Ventil, das in einem AGR-System angeordnet ist, das eingestellt werden kann, um eine Menge des zu dem Kraftmaschineneinlass zurückgeführten Abgases einzustellen. In einem Beispielverfahren kann die Überverdünnung der Kraftmaschinen-Einlassladung durch das Verringern der AGR beim Öffnen des Kompressorumgehungsventils und dann das Vergrößern der AGR nur dann, nachdem die Messungen von einem Einlass-Sauerstoffsensor angeben, dass die Verdünnung der Einlassluft unter einen Schwellenwert abgenommen hat, verringert werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung bezieht sich im Allgemeinen auf das Steuern der Niederdruck-Abgasrückführung während des Betriebs eines Kompressorumgehungsventils in einer Brennkraftmaschine.

[0002] Kraftmaschinensysteme können die Rückführung des Abgases von einem Kraftmaschinen-Auslasssystem zu einem Kraftmaschinen-Einlasssystem verwenden, ein Prozess, der als Abgasrückführung (AGR) bezeichnet wird, um die geregelten Emissionen zu verringern. Ein Kraftmaschinensystem mit Turbolader kann z. B. ein Niederdruck-AGR-System (LP-AGR-System) enthalten, das das Abgas aus dem Auslasssystem zu dem Einlasskanal stromaufwärts eines Turboladerkompressors zurückführt. Dementsprechend kann das Abgas in ein Niederdruck-Luftansaugsystem (LP-AIS) stromaufwärts des Kompressors zurückgeführt werden, was stromabwärts des Kompressors zu einer komprimierten Mischung aus frischer Einlassluft und der AGR führt. Ein AGR-Ventil kann gesteuert werden, um eine Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen, wobei die Sollverdünnung der Einlassluft auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine basiert.

[0003] Kraftmaschinensysteme mit Turbolader können jedoch außerdem ein Kompressorumgehungsventil (CBV) enthalten. Unter anderen Funktionen kann das CBV dazu dienen, den Kompressorstoß während bestimmter Bedingungen durch das Rückführen des Einlassgemischs stromabwärts des Kompressors zurück zum Einlasskanal stromaufwärts des Kompressors zu verringern. Im Ergebnis kann das Einlassgemisch, das während der Bedingungen eines offenen CBV in den Kompressor eintritt, einen höheren Anteil der AGR (z. B. eine höhere Verdünnung der Einlassluft) bezüglich des Einlassgemischs, das in den Kompressor eintritt, wenn das CBV geschlossen ist, enthalten, weil es sowohl das aufgrund des offenen CBV von einem Ort stromabwärts des Kompressors zurückgeführte AGR/Frischluft-Gemisch als auch zusätzliche AGR von dem LP-AGR-System enthält. Falls keine Maßnahmen ergriffen werden, um dieses Problem zu behandeln, kann deshalb die Sollverdünnung der Einlassluft nicht erreicht werden, wobei die Kraftmaschinenleistung verschlechtert sein kann.

[0004] Die Erfinder haben hier das obige Problem erkannt und haben verschiedene Herangehensweisen entwickelt, um es wenigstens teilweise zu behandeln. In einer beispielhaften Herangehensweise kann die LP-AGR beim Öffnen eines CBV (z. B. dem Öffnen eines CBV während einer Pedalfreigabe, um den Kompressorstoß zu verringern) verringert werden. Auf diese Weise kann die Überverdünnung der Einlassladung durch die Rückführung von weniger Abgas oder sogar keinem Abgas zum Einlasskanal während der Bedingungen verringert werden, unter denen ein Luft/AGR-Gemisch bereits von einem Ort stromabwärts des Kompressors über das offene CBV zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors strömt. Dann, nach dem Schließen des CBV (z. B. dem Schließen des CBV, nachdem eine Schätzung eines Kompressorstoßrisikos unter einen Schwellenwert gefallen ist), kann basierend auf den durch einen Einlass-Sauerstoffsensoren, der stromabwärts des Kompressors angeordnet ist, ausgeführten Messungen bestimmt werden, ob die Verdünnung der Einlassluft unter einen Schwellenwert abgenommen hat. Wenn ja, kann abhängig von dem Schwellenwert wenig oder keine AGR in der Einlassluft vorhanden sein, wobei folglich die AGR ohne das Risiko der Überverdünnung der Einlassladung (was die Leistung der Kraftmaschine unerwünscht verschlechtern kann) vergrößert werden kann (um z. B. eine Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen). Als ein weiterer Vorteil dieser Herangehensweise kann eine unerwünschte AGR-Rückströmung während der Kompressorstoßbedingungen aufgrund des Verringerns der Öffnung des AGR-Ventils verringert werden.

[0005] Es sollte selbstverständlich sein, dass die obige Zusammenfassung bereitgestellt ist, um in vereinfachter Form eine Auswahl der Konzepte einzuführen, die in der ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben werden. Sie beabsichtigt nicht, Schlüssel- oder wesentliche Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu identifizieren, dessen Schutzzumfang eindeutig durch die Ansprüche definiert ist, die der ausführlichen Beschreibung folgen. Außerdem ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf die Implementierungen eingeschränkt, die alle oben oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung angegebenen Nachteile beseitigen.

[0006] Fig. 1 zeigt eine schematische graphische Darstellung eines Kraftmaschinensystems mit Zwillingsturbolader, das ein LP-AGR-System und einen Einlass-Sauerstoffsensoren enthält.

[0007] Fig. 2 zeigt eine Routine zum Steuern eines Kraftmaschinensystems, wie z. B. des Kraftmaschinensystems nach Fig. 1, um eine Überverdünnung der Kraftmaschinen-Einlassluft zu vermeiden.

[0008] Fig. 3 zeigt eine Routine zum Koordinieren der Öffnung des CBV mit der Einstellung des AGR-Ventils basierend auf der Verdünnung der Einlassluft, die in Verbindung mit der Routine nach Fig. 2 ausgeführt werden kann.

[0009] Fig. 4 zeigt ein Zeitdiagramm für die Pedalposition, die Position des AGR-Ventils, die Verdünnung der Einlassluft und die CBV-Position, das dem Kraftmaschinensystem nach Fig. 1 und den Routinen nach den Fig. 2 und Fig. 3 entsprechen kann.

[0010] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf das Steuern der LP-AGR während des Betriebs eines CBV in einer Brennkraftmaschine. Wie in der Beispielausführungsform nach Fig. 1 gezeigt ist, kann ein Kraftmaschinensystem zwei Zweige enthalten, wobei jeder mit einem Turbolader und einem AGR-System ausgerüstet ist. Ein stromabwärts der Kompressoren angeordneter Einlass-Sauerstoffsensoren kann die Verdünnung der Einlassluft messen, was als eine Grundlage für die Einstellung sowohl des (der) CBV(s) als auch der AGR dienen kann, wie bezüglich der Routinen nach den Fig. 2 und Fig. 3 ausführlich beschrieben wird. Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt ist, kann beim Öffnen des CBV das AGR-Ventil z. B. geschlossen werden, um die Überverdünnung der Einlassladung zu vermeiden. Wie in den Zeitdiagrammen nach Fig. 4 gezeigt ist, kann, sobald das CBV geschlossen ist (z. B. aufgrund dessen, dass eine Schätzung eines Kompressorstoßrisikos unter einen Schwellenwert fällt) und sobald die gemessene Verdünnung der Einlassluft widerspiegelt, dass das Einlasssystem wenig oder keine AGR enthält, die AGR vergrößert werden, wie es erforderlich ist, um die Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen, ohne eine Überverdünnung der Einlassladung zu riskieren.

[0011] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Kraftmaschinensystems **100** mit Turbolader, das eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine **10** und die Zwillingsturbolader **120** und **130**, die identisch sein können, enthält. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann das Kraftmaschinensystem **100** als ein Teil eines Antriebssystems für ein Passagierfahrzeug enthalten sein. Während es hier nicht dargestellt ist, können andere Kraftmaschinenkonfigurationen, wie z. B. eine Kraftmaschine mit einem einzigen Turbolader, verwendet werden, ohne vom Schutzzumfang dieser Offenbarung abzuweichen.

[0012] Das Kraftmaschinensystem **100** kann wenigstens teilweise durch einen Controller **12** und durch eine Eingabe von einer Bedienungsperson **190** des Fahrzeugs über eine Eingabevorrichtung **192** gesteuert sein. In diesem Beispiel enthält die Eingabevorrichtung **192** ein Fahrpedal und einen Pedalpositionssensor **194** zum Erzeugen eines proportionalen Pedalpositionssignals PP. Der Controller **12** kann ein Mikrocomputer sein, der das Folgende enthält: eine Mikroprozessoreinheit, Eingabe-/Ausgabeports, ein elektronisches Speichermedium für ausführbare Programme und Eichwerte (z. B. einen Festwertspeicher-Chip), Schreib-Lese-Speicher, Haltespeicher und einen Datenbus. Der Festwertspeicher des Speichermediums kann mit computerlesbaren Daten programmiert sein, die nichtflüchtige Anweisungen repräsentieren, die durch den Mikroprozessor ausführbar sind, um sowohl die im Folgenden beschriebenen Routinen als auch andere Varianten, die vorausgesehen werden, aber nicht spezifisch aufgelistet sind, auszuführen. Der Controller **12** kann dazu konfiguriert sein, Informationen von mehreren Sensoren **165** zu empfangen und Steuersignale an mehrere Aktuatoren **175** (von denen verschiedene Beispiele hier beschrieben sind) zu senden. Andere Aktuatoren, wie z. B. verschiedene zusätzliche Ventile und Drosselklappen, können an verschiedene Orte in dem Kraftmaschinensystem **100** gekoppelt sein. Der Controller **12** kann Eingangsdaten von verschiedenen Sensoren empfangen, die Eingangsdaten verarbeiten und die Aktuatoren in Ansprechen auf die verarbeiteten Eingangsdaten basierend auf einer Anweisung oder einem Code, die darin entsprechend einer oder mehreren Routinen programmiert sind, auslösen. Beispielfhafte Steuerrouninen sind hier bezüglich der Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben.

[0013] Das Kraftmaschinensystem **100** kann Einlassluft über einen Einlasskanal **140** empfangen. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, kann der Einlasskanal **140** einen Luftfilter **156** und eine Luftansaugsystem-Drosselklappe (AIS-Drosselklappe) **115** enthalten. Die AIS-Drosselklappe **115** kann dazu konfiguriert sein, die Menge der LP-AGR-Strömung einzustellen und zu steuern. Die Position der AIS-Drosselklappe **115** kann durch das Steuersystem über einen Drosselklappen-Aktuator **117**, der kommunikationstechnisch an den Controller **12** gekoppelt ist, eingestellt werden.

[0014] Wenigstens ein Anteil der Einlassluft kann über einen ersten Zweig des Einlasskanals **140** zu einem Kompressor **122** des Turboladers **120** geleitet werden, wie bei **142** angegeben ist, und wenigstens ein Anteil der Einlassluft kann über einen zweiten Zweig des Einlasskanals **140** zu einem Kompressor **132** des Turboladers **130** geleitet werden, wie bei **144** angegeben ist. Dementsprechend enthält das Kraftmaschinensystem **100** ein Niederdruck-AIS-System **191** stromaufwärts der Kompressoren **122** und **132** und ein Hochdruck-AIS-System **193** stromabwärts der Kompressoren **122** und **132**.

[0015] Der erste Anteil der gesamten Einlassluft kann über den Kompressor **122** komprimiert werden, wobei er über den Einlassluftkanal **146** dem Einlasskrümmer **160** zugeführt werden kann. Folglich bilden die Einlasskanäle **142** und **146** einen ersten Zweig des Lufteinlasssystems der Kraftmaschine. Ähnlich kann ein zweiter Anteil der gesamten Einlassluft über den Kompressor **132** komprimiert werden, wobei er über den Einlassluftkanal

148 dem Einlasskrümmer **160** zugeführt werden kann. Folglich bilden die Einlasskanäle **144** und **148** einen zweiten Zweig des Lufteinlasssystems der Kraftmaschine. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, kann die Einlassluft von den Einlasskanälen **146** und **148** über einen gemeinsamen Einlasskanal **149** wieder vereinigt werden, bevor sie den Einlasskrümmer **160** erreicht, wo die Einlassluft der Kraftmaschine bereitgestellt werden kann. In einigen Beispielen kann der Einlasskrümmer **160** einen Einlasskrümmer-Drucksensor **182** zum Schätzen eines Krümmerdrucks (MAP) und/oder einen Einlasskrümmer-Temperatursensor **183** zum Schätzen einer Krümmerlufttemperatur (MCT) enthalten, wobei jeder mit dem Controller **12** kommuniziert. In dem dargestellten Beispiel enthält der Einlasskanal **149** außerdem einen Luftkühler **154** und eine Drosselklappe **158**. Die Position der Drosselklappe **158** kann durch das Steuersystem über einen Drosselklappen-Aktuator **157** eingestellt werden, der kommunikationstechnisch an den Controller **12** gekoppelt ist. Wie gezeigt ist, kann die Drosselklappe **158** in dem Einlasskanal **149** stromabwärts des Luftkühler **154** angeordnet sein und kann dazu konfiguriert sein, die Strömung eines Einlassgasstroms, der in die Kraftmaschine **10** eintritt, einzustellen.

[0016] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, kann ein Kompressorumgehungsventil (CBV) **152** in einem CBV-Kanal **150** angeordnet sein und kann ein CBV **155** in einem CBV-Kanal **151** angeordnet sein. In einem Beispiel können die CBVs **152** und **155** elektronische pneumatische CBVs (EPCBVs) sein. Die CBVs **152** und **155** können gesteuert werden, um das Ablassen des Drucks in dem Einlasssystem zu ermöglichen, wenn die Kraftmaschine aufgeladen ist. Ein stromaufwärts angeordnetes Ende des CBV-Kanals **150** kann stromaufwärts des Kompressors **132** mit dem Einlasskanal **144** gekoppelt sein, während ein stromabwärts angeordnetes Ende des CBV-Kanals **150** stromabwärts des Kompressors **132** mit dem Einlasskanal **148** gekoppelt sein kann. Ähnlich kann ein stromaufwärts angeordnetes Ende eines CBV-Kanals **151** stromaufwärts des Kompressors **122** mit dem Einlasskanal **142** gekoppelt sein, während ein stromabwärts angeordnetes Ende des CBV-Kanals **151** stromabwärts des Kompressors **122** mit dem Einlasskanal **146** gekoppelt sein kann. In Abhängigkeit von einer Position jedes CBV kann die durch den entsprechenden Kompressor komprimierte Luft in den Einlasskanal stromaufwärts des Kompressors (z. B. den Einlasskanal **144** für den Kompressor **132** und den Einlasskanal **142** für den Kompressor **122**) zurückgeführt werden. Das CBV **152** kann z. B. offen sein, um die komprimierte Luft stromaufwärts des Kompressors **132** zurückzuführen, und/oder das CBV **155** kann offen sein, um die komprimierte Luft stromaufwärts des Kompressors **122** zurückzuführen, um den Druck in dem Einlasssystem während ausgewählter Bedingungen abzulassen, um die Wirkungen der Kompressorstoßbelastung zu verringern. Die CBVs **155** und **152** können entweder aktiv oder passiv durch das Steuersystem gesteuert sein.

[0017] Wie gezeigt ist, ist ein LP-AIS-Drucksensor **196** an einer Verbindung der Einlasskanäle **140**, **142** und **144** angeordnet, während ein HP-AIS-Drucksensor **169** in dem Einlasskanal **149** angeordnet ist. In weiteren vorausgesehenen Ausführungsformen können jedoch die Sensoren **196** und **169** an anderen Orten innerhalb des LP-AIS bzw. des HP-AIS angeordnet sein. Unter anderen Funktionen können die Messungen von dem LP-AIS-Drucksensor **196** und dem HP-AIS-Drucksensor **169** verwendet werden, um das Kompressordruckverhältnis zu bestimmen, was bei einer Schätzung des Kompressorstoßrisikos berücksichtigt werden kann.

[0018] Die Kraftmaschine **10** kann mehrere Zylinder **14** enthalten. In dem dargestellten Beispiel enthält die Kraftmaschine **10** sechs Zylinder, die in einer V-Konfiguration angeordnet sind. Spezifisch sind die sechs Zylinder in zwei Bänken **13** und **15** angeordnet, wobei jede Bank drei Zylinder enthält. In alternativen Beispielen kann die Kraftmaschine **10** zwei oder mehr Zylinder, wie z. B. **4**, **5**, **8**, **10** oder mehr Zylinder, enthalten. Diese verschiedenen Zylinder können gleich unterteilt und in alternativen Konfigurationen angeordnet sein, wie z. B. V, in Reihe, in Boxerform usw. Jeder Zylinder **14** kann mit einer Kraftstoffeinspritzdüse **166** konfiguriert sein. In dem dargestellten Beispiel ist die Kraftstoffeinspritzdüse **166** eine Direkteinspritzdüse innerhalb des Zylinders. In anderen Beispielen kann die Kraftstoffeinspritzdüse **166** als eine kanalgestützte Kraftstoffeinspritzdüse konfiguriert sein.

[0019] Die jedem Zylinder **14** (der hier außerdem als eine Brennkammer **14** bezeichnet wird) über einen gemeinsamen Einlasskanal **149** zugeführte Einlassluft kann für die Kraftstoffverbrennung verwendet werden, wobei die Verbrennungsprodukte dann über bankspezifische Auslasskanäle abgelassen werden können. In dem dargestellten Beispiel kann eine erste Bank **13** der Zylinder der Kraftmaschine **10** die Verbrennungsprodukte über einen gemeinsamen Auslasskanal **17** ablassen, während eine zweite Bank **15** der Zylinder die Verbrennungsprodukte über einen gemeinsamen Auslasskanal **19** ablassen kann.

[0020] Die Position der Einlass- und Auslassventile jedes Zylinders **14** kann über hydraulisch betätigte Stößel, die an Ventilstoßstangen gekoppelt sind, oder über einen Nockenform-Schaltmechanismus, in dem Nockenhebungen verwendet werden, gesteuert werden. In diesem Beispiel können wenigstens die Einlassventile jedes Zylinders **14** unter Verwendung eines Nockenbetätigungssystems durch Nockenbetätigung gesteuert sein. Spezifisch kann das Nockenbetätigungssystem **25** des Einlassventils ein oder mehrere Nocken enthal-

ten und kann eine variable zeitliche Nockensteuerung oder einen variablen Nockenhub für die Einlass- und/oder Auslassventile verwenden. In alternativen Ausführungsformen können die Einlassventile durch eine elektrische Ventilbetätigung gesteuert sein. Ähnlich können die Auslassventile durch Nockenbetätigungssysteme oder eine elektrische Ventilbetätigung gesteuert sein.

[0021] Die Verbrennungsprodukte, die durch die Kraftmaschine **10** über die Auslasskanäle **17** abgelassen werden, können durch die Auslassturbine **124** des Turboladers **120** geleitet werden, die wiederum über eine Welle **126** dem Kompressor **122** mechanische Arbeit bereitstellen kann, um die Komprimierung für die Einlassluft bereitzustellen. Alternativ kann ein Teil oder die Gesamtheit des durch den Auslasskanal **17** strömenden Abgases die Turbine **124** über den Turbinenumgehungskanal **123** umgehen, wie durch ein Ladedrucksteuerventil **128** gesteuert wird. Die Position des Ladedrucksteuerventils **128** kann durch einen (nicht gezeigten) Aktuator gesteuert werden, wie durch den Controller **12** gesteuert wird. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann der Controller **12** die Position des Ladedrucksteuerventils **128** über ein Solenoidventil einstellen. In diesem speziellen Beispiel kann das Solenoidventil einen Druckunterschied von dem Unterschied der Luftdrücke zwischen dem stromaufwärts des Kompressors **122** angeordneten Einlasskanal **142** und dem stromabwärts des Kompressors **122** angeordneten Einlasskanal **149** empfangen, um die Betätigung des Ladedrucksteuerventils **128** über den Aktuator zu fördern. In anderen Beispielen können andere geeignete Herangehensweisen als ein Solenoidventil für das Betätigen des Ladedrucksteuerventils **128** verwendet werden.

[0022] Ähnlich können die Verbrennungsprodukte, die durch die Kraftmaschine **10** über den Auslasskanal **19** abgelassen werden, durch die Auslassturbine **134** des Turboladers **130** geleitet werden, die wiederum über eine Welle **136** dem Kompressor **132** mechanische Arbeit bereitstellen kann, um die Komprimierung für die Einlassluft bereitzustellen, die durch den zweiten Zweig des Einlasssystems der Kraftmaschine strömt. Alternativ kann ein Teil oder die Gesamtheit des durch den Auslasskanal **19** strömenden Abgases die Turbine **134** über den Turbinenumgehungskanal **133** umgehen, wie durch ein Ladedrucksteuerventil **138** gesteuert wird. Die Position des Ladedrucksteuerventils **138** kann durch einen (nicht gezeigten) Aktuator gesteuert werden, wie durch den Controller **12** gesteuert wird. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann der Controller **12** die Position des Ladedrucksteuerventils **138** über ein Solenoidventil einstellen. In diesem speziellen Beispiel kann das Solenoidventil einen Druckunterschied von dem Unterschied der Luftdrücke zwischen dem stromaufwärts des Kompressors **132** angeordneten Einlasskanal **144** und dem stromabwärts des Kompressors **132** angeordneten Einlasskanal **149** empfangen, um die Betätigung des Ladedrucksteuerventils **138** über den Aktuator zu fördern. In anderen Beispielen können andere geeignete Herangehensweisen als ein Solenoidventil für das Betätigen des Ladedrucksteuerventils **138** verwendet werden.

[0023] In einigen Beispielen können die Abgasturbinen **124** und **134** als Turbinen mit variabler Geometrie konfiguriert sein, wobei der Controller **12** die Position der Blätter (oder Schaufeln) des Turbinen-Pumpenrads einstellen kann, um das Energieniveau zu variieren, das aus der Abgasströmung erhalten wird und auf ihren jeweiligen Kompressor übertragen wird. Alternativ können die Abgasturbinen **124** und **134** als Turbinen mit variabler Düse konfiguriert sein, wobei der Controller **12** die Position der Turbinendüse einstellen kann, um das Energieniveau zu variieren, das aus der Abgasströmung erhalten wird und auf ihren jeweiligen Kompressor übertragen wird. Das Steuersystem kann z. B. dazu konfiguriert sein, die Schaufel- oder Düsenposition der Abgasturbinen **124** und **134** über jeweilige Aktuatoren unabhängig zu variieren.

[0024] Die durch die Zylinder über den Auslasskanal **19** abgelassenen Verbrennungsprodukte können über einen Auslasskanal **170** stromabwärts der Turbine **134** zu der Atmosphäre geleitet werden, während die über den Auslasskanal **19** abgelassenen Verbrennungsprodukte über einen Auslasskanal **180** stromabwärts der Turbine **124** zur Atmosphäre geleitet werden können. Die Auslasskanäle **170** und **180** können eine oder mehrere Abgasnachbehandlungsvorrichtungen, wie z. B. einen Katalysator, und einen oder mehrere Abgassensoren enthalten. Wie z. B. in **Fig. 1** gezeigt ist, kann der Auslasskanal **170** eine Abgasreinigungsvorrichtung **129** enthalten, die stromabwärts der Turbine **124** angeordnet ist, während der Auslasskanal **180** eine Abgasreinigungsvorrichtung **127** enthalten kann, die stromabwärts der Turbine **134** angeordnet ist. Die Abgasreinigungsvorrichtungen **127** und **129** können selektive katalytische Reduktionsvorrichtungen (SCR-Vorrichtungen), Dreiwegekatalysatoren (TWC), NO_x-Fallen, verschiedene andere Abgasreinigungsvorrichtungen oder Kombinationen daraus sein. In einigen Ausführungsformen können ferner während des Betriebs der Kraftmaschine **10** die Abgasreinigungsvorrichtungen **127** und **129** z. B. durch das Betreiben wenigstens eines Zylinders der Kraftmaschine innerhalb eines speziellen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses periodisch zurückgesetzt werden.

[0025] Das Kraftmaschinensystem **100** enthält ferner die Niederdruck-AGR-Systeme (LP-AGR-Systeme) **106** und **108**. Das LP-AGR-System **106** leitet einen Sollanteil des Abgases von dem Auslasskanal **180** zu dem Einlasskanal **144**, wohingegen das LP-AGR-System **108** einen Sollanteil des Abgases von dem Auslasskanal

170 zu dem Einlasskanal **142** leitet. In der dargestellten Ausführungsform wird die AGR in einem AGR-Kanal **195** von einem Ort stromabwärts der Turbine **134** an einem Mischpunkt, der sich stromaufwärts des Kompressors **132** befindet, zu dem Einlasskanal **144** geleitet. Ähnlich wird die AGR in einem AGR-Kanal **197** von einem Ort stromabwärts der Turbine **124** an einem Mischpunkt, der sich stromaufwärts des Kompressors **122** befindet, zu dem Einlasskanal **142** geleitet. Die Menge der den Einlasskanälen **144** und **142** bereitgestellten AGR kann durch den Controller **12** über die AGR-Ventile **119** und **121**, die in die LP-AGR-Systeme **106** bzw. **108** gekoppelt sind, verändert werden. In der in **Fig. 1** gezeigten Beispielausführungsform enthält das LP-AGR-System **106** einen AGR-Kühler **111**, der stromaufwärts des AGR-Ventils **119** positioniert ist, während das LP-AGR-System **108** einen AGR-Kühler **113** enthält, der stromaufwärts des AGR-Ventils **121** positioniert ist. Die AGR-Kühler **111** und **113** können die Wärme von dem zurückgeführten Abgas z. B. zu dem Kraftmaschinenkühlmittel abweisen.

[0026] Die AGR-Ventile **119** und **121** können dazu konfiguriert sein, die Menge und/oder die Rate des durch die entsprechenden AGR-Kanäle umgeleiteten Abgases einzustellen, um einen Sollprozentsatz der AGR-Verdünnung der in die Kraftmaschine eintretenden Einlassladung zu erreichen, wobei eine Einlassladung mit einem höheren Prozentsatz der AGR-Verdünnung ein höheres Verhältnis des zurückgeführten Abgases zu der Luft als eine Einlassladung mit einem niedrigeren Prozentsatz der AGR-Verdünnung enthält. Zusätzlich zu der Position der AGR-Ventile wird erkannt, dass die CBV-Position, die Position der AIS-Drosselklappe und die Position des Ladedrucksteuerventils außerdem den Prozentsatz der AGR-Verdünnung der Einlassladung beeinflussen können. Es kann z. B. ein Risiko der Überverdünnung der Einlassluft geben, wenn das CBV den Zustand ändert (z. B. von geschlossen zu offen oder von teilweise geschlossen zu weiter offen wechselt). Wenn das CBV geöffnet wird, kann eine Mischung aus der AGR und frischer Luft zurück zu dem Einlasskanal stromaufwärts des Kompressors zurückgeführt werden, was den Prozentsatz der AGR-Verdünnung vergrößern kann, falls das AGR-Ventil offen bleibt, um weitere AGR zu der Einlassladung stromaufwärts des Kompressors hinzuzufügen. Während das CBV in einer festen Position – entweder offen, geschlossen oder teilweise offen – verbleibt, kann im Gegensatz die AGR-Steuerung nicht beeinflusst werden. Als ein weiteres Beispiel kann die Position der AIS-Drosselklappe die Strömung der frischen Luft in das Einlasssystem beeinflussen; mehr Frischluftströmung in das Einlasssystem kann den Prozentsatz der AGR-Verdünnung verringern, wohingegen weniger Frischluftströmung in das Einlasssystem den Prozentsatz der AGR-Verdünnung vergrößern kann. Als ein noch weiteres Beispiel kann die Position des Ladedrucksteuerventils den Abgasgegendruck beeinflussen; falls das AGR-Ventil nicht vollständig geschlossen ist, kann der Abgasgegendruck die AGR-Strömung zu dem Einlasssystem beeinflussen. Dementsprechend kann, wie im Folgenden ausführlich beschrieben wird, die AGR-Verdünnung der Einlassladung über die Steuerung der Position des AGR-Ventils und/oder der CBV-Position und/oder der Position der AIS-Drosselklappe und/oder der Position des Ladedrucksteuerventils unter anderen Parametern gesteuert werden.

[0027] Der Prozentsatz der AGR-Verdünnung der Einlassladung zu einem gegebenen Zeitpunkt (z. B. das Verhältnis der verbrannten Gase zu der Luft in einem Einlasskanal der Kraftmaschine) kann aus der Ausgabe eines Einlass-Sauerstoffsensors **168** abgeleitet werden. In der dargestellten Ausführungsform ist der Einlass-Sauerstoffsensor an einer Verbindungsstelle der Einlasskanäle **146**, **148** und **149** und stromaufwärts des Luftkühlers **154** positioniert. In anderen Ausführungsformen kann der Sensor **168** jedoch stromabwärts des Luftkühlers **154** oder an einem anderen Ort entlang dem Einlasskanal **149** angeordnet sein. Der Einlass-Sauerstoffsensor **168** kann ein geeigneter Sensor zum Bereitstellen einer Angabe der Sauerstoffkonzentration in der Einlassladung sein, wie z. B. ein linearer Sauerstoffsensor, ein Einlass-UEGO-Sensor (universeller oder Weitbereichs-Abgassauerstoff-Einlasssensor), ein Zweizustands-Sauerstoffsensor usw. Der Controller **12** kann die prozentuale Verdünnung der AGR-Strömung basierend auf der Rückkopplung von dem Einlass-Sauerstoffsensor **168** schätzen. In einigen Beispielen kann der Controller dann das AGR-Ventil **119** und/oder das AGR-Ventil **121** und/oder die AIS-Drosselklappe **115** und/oder das CBV **152** und/oder das CBV **155** und/oder das Ladedrucksteuerventil **138** und/oder das Ladedrucksteuerventil **128** einstellen, um einen Sollprozentsatz der AGR-Verdünnung der Einlassladung zu erreichen.

[0028] Es wird erkannt, dass in alternativen Ausführungsformen die Kraftmaschine **10** sowohl ein oder mehrere Hochdruck-AGR-Systeme (HP-AGR-Systeme) als auch die LP-AGR-Systeme enthalten kann, um wenigstens etwas Abgas von den Auslasskanälen der Kraftmaschine stromaufwärts der Turbinen zu dem Kraftmaschineneinlass stromabwärts der Kompressoren umzuleiten.

[0029] Das Kraftmaschinensystem **100** kann verschiedene Sensoren **165** zusätzlich zu jenen, die oben erwähnt worden sind, enthalten. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, kann der gemeinsame Einlasskanal **149** einen Drosselklappen-Einlassdrucksensor (TIP-Sensor) **172** zum Schätzen eines Drosselklappen-Einlassdrucks (TIP) und/oder einen Drosselklappen-Einlasstemperatursensor **173** zum Schätzen einer Drosselklappen-Einlasstempe-

ratur (TCT) enthalten, wobei jeder mit dem Controller **12** kommuniziert. Ferner kann jeder der Einlasskanäle **142** und **144** einen Luftmassendurchflusssensor enthalten, obwohl dies hier nicht dargestellt ist.

[0030] Fig. 2 zeigt einen Ablaufplan, der eine Routine **200** zum Steuern eines Kraftmaschinensystems, wie z. B. des Kraftmaschinensystems **100** nach Fig. 1, während der Pedalfreigabe veranschaulicht. Wenn die Pedalfreigabe stattfindet, während die AGR freigegeben ist, koordiniert die Routine **200** das stoßverringemde Öffnen des CBV mit der Einstellung des AGR-Ventils basierend auf der Verdünnung der Einlassluft (wie sie z. B. durch einen Einlass-Sauerstoffsensoren gemessen wird, der in einem HP-AIS-System angeordnet ist). Eine derartige Steuerung kann die Überverdünnung der Einlassluft während der Bedingungen eines offenen CBV verringern, wenn ein Frischluft/AGR-Gemisch von einem Ort stromabwärts des Kompressors zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors zurückgeführt wird.

[0031] Es wird erkannt, dass in einem Kraftmaschinensystem mit Zwillingturboladern, wie z. B. dem Kraftmaschinensystem **100** nach Fig. 1, die Routine **200** in beiden Zweigen des Einlasssystems oder in nur einem Zweig ausgeführt werden kann.

[0032] Bei **202** werden die Betriebsbedingungen bestimmt. Als nicht einschränkende Beispiele können die Betriebsbedingungen die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck, die Aufladung, die Position des AGR-Ventils, die Einlass-Sauerstoffkonzentration in dem LP-AIS-System, die Pedalposition (PP), die Kraftmaschinendrehzahl, die Kraftmaschinenlast, die Kraftmaschinentemperatur usw. enthalten.

[0033] Sobald die Betriebsbedingungen bestimmt worden sind, geht die Routine zu **204** weiter, wo die Soll-Luftströmung/das Solldrehmoment und die Sollaufladung bestimmt werden. Die Soll-Luftströmung/das Solldrehmoment kann z. B. basierend auf der Pedalposition (z. B. dem Signal PP nach Fig. 1) bestimmt werden. Ferner kann die Sollaufladung in einem Beispiel bestimmt werden, indem auf die Aufladungswerte, die den aktuellen Betriebsbedingungen der Kraftmaschine (z. B. den bei **202** bestimmten Betriebsbedingungen) entsprechen, in einer in dem Speicher gespeicherten Nachschlagtabelle Bezug genommen wird.

[0034] Nach **204** geht die Routine zu **206** weiter, um die Drosselklappe und das Ladedrucksteuerventil der Turboladerturbine basierend auf der Soll-Luftströmung/dem Solldrehmoment und der Sollaufladung, die bei **204** bestimmt worden sind, einzustellen. Dies kann z. B. das Vergrößern der Öffnung der Drosselklappe **158** nach Fig. 1, falls die Soll-Luftströmung/das Solldrehmoment größer als die aktuelle Luftströmung/das aktuelle Drehmoment ist, und das Verringern der Öffnung eines Ladedrucksteuerventils (z. B. eines oder beider der Ladedrucksteuerventile **138** und **128** nach Fig. 1), falls die Position des Ladedrucksteuerventils, die die Sollaufladung bereitstellt, eine weniger offene Position als die aktuelle Position des Ladedrucksteuerventils ist, enthalten. Als ein weiteres Beispiel kann das Einstellen der Drosselklappe und des Ladedrucksteuerventils der Turboladerturbine basierend auf der Soll-Luftströmung/dem Solldrehmoment und der Sollaufladung das Verringern der Öffnung der Drosselklappe **158** nach Fig. 1, falls die Soll-Luftströmung/das Solldrehmoment kleiner als die aktuelle Luftströmung/das aktuelle Drehmoment ist, und das Vergrößern der Öffnung eines Ladedrucksteuerventils (z. B. eines oder beider der Ladedrucksteuerventile **138** und **128** nach Fig. 1), falls die Position des Ladedrucksteuerventils, die die Sollaufladung bereitstellt, eine weiter offene Position als die aktuelle Position des Ladedrucksteuerventils ist, enthalten.

[0035] Nach **206** geht die Routine zu **208** weiter, wo bestimmt wird, ob die AGR freigegeben ist. In einem System mit Zwillingturbolader, wie z. B. dem Kraftmaschinensystem **100** nach Fig. 1, kann die AGR in einem gegebenen Einlasszweig freigegeben sein, wenn das AGR-Ventil für diesen Zweig offen ist, wohingegen die AGR in diesem Zweig nicht freigegeben sein kann, wenn das entsprechende AGR-Ventil geschlossen ist.

[0036] Falls die Antwort bei **208** ja lautet, was angibt, dass die AGR freigegeben ist, geht die Routine zu **210** weiter, um basierend auf den Betriebsbedingungen (z. B. den bei **202** bestimmten Betriebsbedingungen) die Soll-AGR zu bestimmen. Dies kann z. B. das Bestimmen einer Menge des Abgases, die zu dem Einlasssystem zurückzuführen ist, um eine Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen, enthalten, wobei die Sollverdünnung der Einlassluft auf der Kraftmaschinendrehzahl, der Kraftmaschinenlast, der Kraftmaschinentemperatur und anderen Betriebsbedingungen der Kraftmaschine basiert. Ferner kann dies das Bestimmen einer Position des AGR-Ventils enthalten, die die Soll-AGR erreicht.

[0037] Nach **210** geht die Routine zu **212** weiter, um das AGR-Ventil und die AIS-Drosselklappe einzustellen, um die Soll-AGR (wie sie bei **210** bestimmt worden ist) und Sollaufladung (wie sie bei **204** bestimmt worden ist) bereitzustellen, während der angeforderten Luftströmung/dem angeforderten Drehmoment entsprochen wird. Das Einstellen des AGR-Ventils kann das Vergrößern oder das Verkleinern der Strömung des Abgases von

einem Auslasskanal enthalten. Der Controller kann z. B. ein Signal senden, um einen Öffnungsbetrag eines oder beider der AGR-Ventile **119** und **121** nach **Fig. 1** basierend auf der Soll-AGR innerhalb eines Bereichs, der der angeforderten Luftströmung/dem angeforderten Drehmoment entspricht, zu ändern. Ferner kann der Controller ein Signal senden, um eine Position der AIS-Drosselklappe **15** nach **Fig. 1** (z. B. um die Strömung frischer Luft, die in das Einlasssystem eintritt, zu vergrößern oder zu verkleinern) basierend auf der Soll-AGR und der Sollaufladung innerhalb eines Bereichs, der der angeforderten Luftströmung/dem angeforderten Drehmoment entspricht, einzustellen. Folglich kann während der Bedingungen, unter denen es erwünscht ist, die Luftströmung durch die AIS-Drosselklappe zu vergrößern, um die Aufladung zu vergrößern, die AGR ebenso durch das Vergrößern des Öffnungsbetrags des AGR-Ventils, um eine Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen, vergrößert werden. Eine derartige Steuerung kann die Leistung der Kraftmaschine verbessern und die Emissionen verringern, indem die Aufladung ermöglicht wird, während eine Sollverdünnung der Einlassluft aufrechterhalten wird.

[0038] Nach **212** geht die Routine zu **214** weiter, um zu bestimmen, ob das CBV offen ist. Diese Bestimmung kann durch das Steuersystem ausgeführt werden, z. B. basierend auf einem Signal von einem CBV-Positionssensor oder basierend auf der früheren Steuerung des CBV durch das Steuersystem in dem Fall einer aktiven CBV-Steuerung. Wie im Folgenden ausführlich beschrieben wird, kann das CBV während der Bedingungen offen sein, unter denen das Kompressorstoßrisiko über einem Schwellenwert liegt, wobei das Kompressorstoßrisiko unter anderen Faktoren auf einer volumetrischen Luftströmung durch den Kompressor und dem Kompressordruckverhältnis basiert.

[0039] Falls die Antwort bei **214** ja lautet, geht die Routine zu **216** weiter, um das AGR-Ventil zu schließen. Der Controller kann z. B. ein Signal an eines oder mehrere der AGR-Ventile **119** und **121** senden, um das Ventil (die Ventile) wenigstens teilweise zu schließen. Wenn die AGR freigegeben ist und das CBV offen ist, kann es vorteilhaft sein, das AGR-Ventil zu schließen, da diese Handlung die Möglichkeit der Überverdünnung des AGR/Luft-Gemischs in dem Einlasssystem durch das Verringern der Rückführung des Abgases in das Einlasssystem verringern kann. Ferner kann das Schließen des AGR-Ventils, während das CBV offen ist, eine unerwünschte Rückströmung durch den AGR-Kanal (z. B. eine Strömung von dem Einlasssystem zu dem Auslasssystem, die sich ergibt, wenn der Druck des Einlasssystems den Druck des Auslasssystems übersteigt) vorteilhaft verringern.

[0040] Nach **216** geht im Schritt **218** die Routine **200** zur Routine **300** weiter. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist und im Folgenden beschrieben wird, ist die Routine **300** eine Steuerstrategie, die während der Pedalfreigabe verfügt wird, während die AGR freigegeben ist, was die Überverdünnung der Kraftmaschinen-Einlassladung über das Überwachen der Sauerstoffkonzentration des Einlassluft/AGR-Gemischs in dem HP-AIS verringern kann. Nach **218** endet die Routine **200**.

[0041] Andernfalls, falls die Antwort bei **214** nein lautet, was angibt, dass das CBV nicht offen ist, endet das Verfahren **200**.

[0042] Zurück zu **208** endet das Verfahren **200**, falls die Antwort nein lautet, was angibt, dass die AGR nicht freigegeben ist.

[0043] **Fig. 3** zeigt einen Ablaufplan, der eine Routine **300** zum Koordinieren der CBV-Öffnung mit der Einstellung des AGR-Ventils basierend auf der Verdünnung der Einlassluft (wie sie z. B. durch einen Einlass-Sauerstoffsensoren in einem HP-AIS gemessen wird) veranschaulicht. Die Routine **300** kann während der Pedalfreigabe ausgeführt werden, wenn die AGR-freigegeben ist, z. B. im Schritt **218** der Routine **200**.

[0044] Es wird erkannt, dass in einem Kraftmaschinensystem mit Zwillingssturboladern, wie z. B. dem Kraftmaschinensystem **100** nach **Fig. 1**, die Routine **300** in beiden Zweigen des Einlasssystems oder nur in einem Zweig ausgeführt werden kann.

[0045] Bei **302** enthält die Routine **300** das Bestimmen der Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS. Die Verdünnung der Einlassluft kann z. B. basierend auf den Messungen der Sauerstoffkonzentration in dem HP-AIS, z. B. den Messungen von dem Einlass-Sauerstoffsensoren **168** im Kontext nach **Fig. 1**, geschätzt oder abgeleitet werden. Es wird erkannt, dass in einigen Ausführungsformen die Messungen von einem Einlass-Sauerstoffsensoren basierend auf anderen Betriebsparametern der Kraftmaschine, wie z. B. den gemessenen Drücken innerhalb des Einlasssystems, korrigiert werden können, wobei die korrigierten Messungen eine genauere Messung der Verdünnung der Einlassluft bereitstellen können.

[0046] Nach **302** geht die Routine **300** zu **304** weiter, um das Kompressorstoßrisiko zu schätzen. Das Kompressorstoßrisiko kann auf verschiedenen Faktoren basieren, einschließlich einer volumetrischen Luftströmung durch den Kompressor und des Kompressordruckverhältnisses (z. B. eines Druckverhältnisses über dem Kompressor **122** und/oder dem Kompressor **132**, das basierend auf den durch den LP-AIS-Drucksensor **196** und den HP-AIS-Drucksensor **169** abgetasteten Druckwerten bestimmt werden kann).

[0047] Nach **304** geht die Routine **300** zu **306** weiter, um zu bestimmen, ob die Schätzung des Kompressorstoßrisikos kleiner als ein Schwellenwert ist. Der Schwellenwert kann z. B. ein Risikoniveau sein, über dem ein unerwünschter Kompressorstoß wahrscheinlich ist (z. B. aufgrund verschiedener Faktoren, wie z. B. einer volumetrischen Luftströmung und einem Kompressordruckverhältnis). Der Controller **12** kann z. B. eine Unterbrechung erzeugen, wenn die Schätzung des Kompressorstoßrisikos von über dem Schwellenwert auf unter dem Schwellenwert verringert wird, wobei eine durch die Unterbrechung eingeleitete Routine das Schließen des CBV (z. B. den im Folgenden beschriebenen Schritt **308**) enthalten kann. Alternativ kann die Schätzung des Kompressorstoßrisikos im Speicher des Controllers **12** gespeichert und in vorgegebenen Intervallen basierend auf den gemessenen und/oder geschätzten Werten der verschiedenen Parameter, wie z. B. der volumetrischen Luftströmung und des Kompressordruckverhältnisses, aktualisiert werden. In diesem Fall kann der Controller **12** die gespeicherte Schätzung des Kompressorstoßrisikos in vorgegebenen Intervallen oder kontinuierlich abfragen, um zu bestimmen, wann sich die Schätzung unter den Schwellenwert verringert hat.

[0048] Falls die Antwort bei **306** nein lautet, was angibt, dass die Schätzung des Kompressorstoßrisikos nicht unter dem Schwellenwert liegt, endet die Routine **300** (wobei z. B. das CBV offen bleibt, um dem Stoß entgegenzuwirken). Falls andernfalls die Antwort bei **306** ja lautet, geht die Routine **300** zu **308** weiter, um das CBV zu schließen. Nach dem Schließen des CBV kann das Einlassluft/AGR-Gemisch in dem HP-AIS (was immer noch die AGR enthalten oder nicht enthalten kann) in Abhängigkeit davon, ob das CBV vollständig oder teilweise geschlossen ist, nicht länger von einem Ort stromabwärts des Kompressors zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors strömen. Es wird erkannt, dass in einigen Beispielen das CBV wenigstens teilweise offen bleiben kann, selbst wenn ein Kompressorstoßrisiko nicht vorhanden ist, um die Möglichkeit eines Stoßes zu verringern. In derartigen Beispielen kann sich das "Schließen des CBV" auf das teilweise Schließen des CBV beziehen. Ferner kann das CBV basierend auf anderen Faktoren als dem Kompressorstoßrisiko gesteuert werden, ohne vom Schutzzumfang dieser Offenbarung abzuweichen.

[0049] Nach **308** geht die Routine **300** zu **310** weiter, um zu bestimmen, ob die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS kleiner als ein Schwellenwert ist. Die im Schritt **302** bestimmte Verdünnung der Einlassluft kann z. B. mit einem Schwellenwert verglichen werden. Der Schwellenwert kann eine Verdünnung der Einlassluft sein, die angibt, dass nur Spurenmengen der AGR in dem HP-AIS verbleiben oder dass keine AGR in dem HP-AIS verbleibt (z. B. basierend auf Messungen von dem Einlass-Sauerstoffsensoren, der in dem HP-AIS angeordnet ist, wie z. B. dem Sensor **168** nach **Fig. 1**). Wie im Folgenden bezüglich der in **Fig. 4** dargestellten Zeitdiagramme beschrieben wird, kann eine Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS, die unter den Schwellenwert fällt, angeben, dass ein hinteres Ende einer AGR-"Portion" in die Kraftmaschine eingetreten ist (die AGR-Portion ist eine Mischung aus Luft und AGR, wobei die Verdünnung der Luft durch die AGR den Schwellenwert übersteigt). An diesem Punkt ist die mit der Einlassluft gemischte und über das CBV zurück in das LP-AIS zurückgeführte AGR nach dem Schließen des AGR-Ventils und vor dem Schließen des CBV durch den Kompressor in das HP-AIS und dann für die Verbrennung in die Kraftmaschine gegangen.

[0050] Falls die Antwort bei **310** nein lautet, was z. B. angibt, dass das hintere Ende der AGR-Portion noch nicht in die Kraftmaschine eingetreten ist, geht die Routine **300** zu **314** weiter, um das AGR-Ventil geschlossen aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise kann die Rückführung des Abgases von dem Auslasssystem zu dem Einlasssystem unterdrückt werden, bis das von einem Ort stromabwärts des Kompressors zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors über das offene CBV zurückgeführte AGR/Luftgemisch nur eine Spur der AGR (oder keine AGR) enthält, um die Überverdünnung der Kraftmaschinen-Einlassladung zu verringern. Zu diesem Zeitpunkt kann das LP-AIS-System unverdünnte Einlassluft (z. B. Luft, die nicht mit der AGR gemischt ist) aufgrund dessen, dass sowohl das CBV als auch das AGR-Ventil geschlossen sind, enthalten. Nach **314** endet das Verfahren **300**. Es wird erkannt, dass bei einer anschließenden Ausführung der Routine **300** durch den Controller die Antwort bei **310** ja lauten kann, sobald sich die unverdünnte Einlassluft durch den Kompressor in das HP-AIS bewegt hat, da der Einlass-Sauerstoffsensoren in dem HP-AIS Spurenmengen der AGR oder keine AGR in der Einlassluft misst und folglich wahrscheinlich misst, dass die Verdünnung der Einlassluft unter dem Schwellenwert liegt.

[0051] Falls andernfalls die Antwort bei **310** ja lautet, geht die Routine **300** zu **312** weiter, um das AGR-Ventil und die AIS-Drosselklappe einzustellen, um die Sollverdünnung der Einlassluft und die Sollaufladung (wie

sie z. B. in den Schritten **210** bzw. **204** der Routine **200** bestimmt worden sind) bereitzustellen, während immer noch der Soll-Luftströmung/dem Soll Drehmoment (wie sie z. B. im Schritt **204** der Routine **200** bestimmt werden) entsprochen wird. Wie oben für den Schritt **212** der Routine **200** beschrieben worden ist, kann der Controller z. B. ein Signal senden, um einen Öffnungsbetrag eines oder beider der AGR-Ventile **119** und **121** nach **Fig. 1** basierend auf der Sollverdünnung der Einlassluft innerhalb eines Bereichs, der der angeforderten Luftströmung/dem angeforderten Drehmoment entspricht, zu ändern. Ferner kann der Controller ein Signal senden, um eine Position der AIS-Drosselklappe **15** nach **Fig. 1** basierend auf der Sollverdünnung der Einlassluft und der Sollaufladung innerhalb eines Bereichs, der der angeforderten Luftströmung/dem angeforderten Drehmoment entspricht, einzustellen. Sobald das CBV geschlossen worden ist und sobald das hintere Ende der AGR-Portion durch das HP-AIS und in die Kraftmaschine gegangen ist, können dementsprechend das AGR-Ventil und die AIS-Drosselklappe abermals eingestellt werden, um eine Sollverdünnung der Einlassluft zu erreichen. Nach **312** endet das Verfahren **300**.

[0052] **Fig. 4** ist eine graphische Darstellung **400**, die die Pedalposition, die Position des AGR-Ventils, die Verdünnung der Einlassluft und die CBV-Position gemäß einer Beispielausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht. Die Zeit ist auf der horizontalen Achse dargestellt, während die Pedalposition (PP), die Position des AGR-Ventils, die Verdünnung der Einlassluft und die CBV-Position auf der vertikalen Achse dargestellt sind. Die Kurve **402** stellt die Pedalposition dar, die Kurve **404** stellt die Position des AGR-Ventils dar, die Kurve **406** stellt die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS (wie sie z. B. durch den Einlass-Sauerstoffsensoren **168** gemessen wird) dar, die Kurve **408** stellt die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS dar und die Kurve **410** stellt die CBV-Position dar.

[0053] In der Kurve **402** ist die Position eines fahrerbetätigten Fahrpedals (z. B. der Eingabevorrichtung **192** nach **Fig. 1**) dargestellt. Wie gezeigt ist, kann vor dem Zeitpunkt T_1 das Pedal bezüglich seiner Anfangsposition (über einen "Pedaldruck" einer Bedienungsperson des Fahrzeugs, z. B. um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu vergrößern oder um eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechtzuerhalten, während bergauf gefahren wird) weiter niedergedrückt werden und dann teilweise (z. B. über eine teilweise "Pedalfreigabe" durch die Bedienungsperson des Fahrzeugs, z. B. um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu verlangsamen oder um eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechtzuerhalten, während bergab gefahren wird) freigegeben werden. Zum Zeitpunkt T_1 tritt eine weitere "Pedalfreigabe" des Fahrers auf, wenn die Bedienungsperson des Fahrzeugs das Pedal weiter freigibt, wie durch den steileren negativen Anstieg der Kurve **402** beginnend zum Zeitpunkt T_1 gezeigt ist. Nach dieser Pedalfreigabe bleibt die Pedalposition konstant, bis nach dem Zeitpunkt T_3 ein "Pedaldruck" des Fahrers auftritt.

[0054] In der Kurve **404** ist die Position des AGR-Ventils, wie z. B. des AGR-Ventils **119** oder **121** nach **Fig. 1**, dargestellt. Wie gezeigt ist, kann vor dem Zeitpunkt T_1 und nach dem Zeitpunkt T_3 ein Öffnungsbetrag des AGR-Ventils etwa der Pedalposition nachgeführt werden, wobei sich folglich das AGR-Ventil in Übereinstimmung mit den durch das Steuersystem basierend auf der Pedalposition ausgegebenen Kraftmaschinendrehmoment-, Luftströmungs- und AGR-Raten-Befehlen öffnen und schließen kann. Zwischen dem Zeitpunkt T_1 und dem Zeitpunkt T_3 kann jedoch das AGR-Ventil basierend auf der CBV-Position und der Verdünnung der Einlassluft gesteuert werden, wie im Folgenden ausführlich beschrieben wird.

[0055] Die Kurve **406** stellt die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS (ebenso wie in dem LP-AIS stromabwärts einer Verbindung des AGR-Kanals und des Einlasskanals) dar, während die Kurve **408** die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS darstellt. In dem Kontext nach **Fig. 1** kann die durch die Kurve **406** repräsentierte Verdünnung der Einlassluft z. B. durch den Einlass-Sauerstoffsensoren **168** gemessen werden.

[0056] Weiter ist in der Kurve **410** die Position eines CBV, wie z. B. des CBV **152** oder **155** nach **Fig. 1**, dargestellt. Wie im Folgenden ausführlich beschrieben wird, können die Änderungen der CBV-Position Änderungen der Position des AGR-Ventils auslösen.

[0057] Nun wird das Zusammenspiel der CBV-Position, der Verdünnung der Einlassluft und der Position des AGR-Ventils während der dargestellten Dauer beschrieben. Wie gezeigt ist, befindet sich vor dem Zeitpunkt T_1 das CBV in einer geschlossenen Position, wie durch die Kurve **410** gezeigt ist. Das CBV kann aufgrund einer Schätzung des Kompressorstoßrisikos, die unter einem Schwellenwert liegt, oder aus anderen Gründen geschlossen sein. Ferner ist vor dem Zeitpunkt T_1 das AGR-Ventil in verschiedenen Graden offen, wie es der Pedalposition nachgeführt wird. Da das CBV vor dem Zeitpunkt T_1 geschlossen ist, kann frische Luft allein in den Einlasskanal stromaufwärts der Verbindung des AGR-Kanals und des Einlasskanals eintreten; wobei ein Luft/AGR-Gemisch von einem Ort stromabwärts des Kompressors über den CBV-Kanal zu einem Ort stromaufwärts des Kompressors aufgrund des Schließens des CBV nicht zurückgeführt wird. Wie durch die Kurve

408 gezeigt ist, kann dementsprechend die Einlassluft in dem LP-AIS stromaufwärts des AGR-Kanaleingangs vor dem Zeitpunkt T_1 nicht mit Abgas verdünnt werden. Wie durch die Kurve **406** gezeigt ist, kann im Gegensatz die Einlassluft in dem HP-AIS (ebenso wie die Einlassluft in dem LP-AIS stromabwärts der Verbindung des AGR-Kanals und des Einlasskanals) mit der AGR aufgrund dessen, dass das AGR-Ventil vor dem Zeitpunkt T_1 in verschiedenen Graden offen ist, verdünnt werden.

[0058] Zum Zeitpunkt T_1 wird das CBV geöffnet. Das CBV kann zum Zeitpunkt T_1 aufgrund dessen, dass die Schätzung des Kompressorstoßrisikos über den Schwellenwert ansteigt, oder aus anderen Gründen geöffnet werden. Wie gezeigt ist, wird das AGR-Ventil ausgelöst, um sich beim Öffnen des CBV zu schließen. Ungeachtet des Schließens des AGR-Ventils zum Zeitpunkt T_1 bleibt die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS aufgrund einer Transportverzögerung zwischen dem AGR-Eingang und dem Ort der Messung der Verdünnung der Einlassluft (z. B. dem Sensor **168** nach **Fig. 1**) während einer Dauer nach dem Zeitpunkt T_1 konstant. Nach der Dauer kann ungeachtet der vergrößerten Verdünnung der Einlassluft stromaufwärts des AGR-Eingangs nach dem Zeitpunkt T_1 das Schließen des AGR-Ventils zu einer Abnahme der Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS führen (wie durch den negativen Anstieg der Kurve **406** vor dem Zeitpunkt T_2 gezeigt ist). Dies kann aufgrund der relativen Größen (z. B. Durchmesser) der AGR- und CBV-Kanäle erfolgen; wie in **Fig. 1** gezeigt ist, kann der CBV-Kanal (können die CBV-Kanäle) kleiner als der AGR-Kanal (die AGR-Kanäle) sein, wobei folglich die Hinzufügung eines Luft/AGR-Gemischs über den CBV-Kanal in den Einlasskanal die Verdünnung der Einlassluft nicht ausreichend vergrößern kann, um die Abnahme der Verdünnung der Einlassluft zu kompensieren, die sich aus dem Schließen des AGR-Ventils ergibt.

[0059] Unterdessen nimmt, wie durch die Kurve **408** gezeigt ist, die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS nach dem Zeitpunkt T_1 zu, da verdünnte Luft von dem HP-AIS über das offene CBV zu dem LP-AIS zurückgeführt wird. In einigen Beispielen kann die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS eine Größe erreichen, die so hoch wie die Größe der Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS vor dem Öffnen des CBV ist. Da die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS (nach der Transportverzögerung) beginnt abzunehmen, beginnt die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS außerdem abzunehmen, da weniger verdünnte Luft von dem HP-AIS zu dem LP-AIS zurückgeführt wird und frische Luft durch den Einlasskanal **140** nach **Fig. 1** in das LP-AIS eintritt.

[0060] Zum Zeitpunkt T_2 wird das CBV geschlossen (z. B. aufgrund dessen, dass die Schätzung des Kompressorstoßrisikos unter den Schwellenwert fällt, oder aufgrund anderer Faktoren), wobei es während des Rests der dargestellten Dauer geschlossen bleibt. Das AGR-Ventil bleibt jedoch geschlossen, bis der Verdünnungspegel des HP-AIS unter einen Schwellenwert fällt (wie z. B. oben für den Schritt **310** des Verfahrens **300** beschrieben worden ist). Die Verdünnung der Einlassluft sowohl in dem HP-AIS als auch in dem LP-AIS nimmt nach dem Zeitpunkt T_2 aufgrund der Transportverzögerung weiterhin ab, da der Rest der verdünnten Luft durch das Einlasssystem und in die Kraftmaschine geht. Vor dem Zeitpunkt T_3 nimmt die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS auf einen minimalen Wert (z. B. 0 % Verdünnung) ab, da die letzten Spuren der AGR-verdünnten Einlassluft durch den Kompressor in das HP-AIS gegangen sind. Weil das CBV während des Rests der dargestellten Zeit geschlossen bleibt, verringert sich die Verdünnung der Einlassluft in dem LP-AIS stromaufwärts des AGR-Eingangs auf einen Basispegel und bleibt dort. Es wird erkannt, dass die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS aufgrund der Transportverzögerung vor dem Zeitpunkt T_3 noch nicht den minimalen Wert erreicht hat.

[0061] Zum Zeitpunkt T_3 ist seit dem Schließen des CBV-Ventils zum Zeitpunkt T_2 die gesamte in dem Einlasssystem vorhandene AGR durch das HP-AIS und in die Kraftmaschine für die Verbrennung gegangen, wobei folglich die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS auf den minimalen Wert abnimmt. Es können z. B. nur Spuren Mengen des Abgases – oder kein Abgas – zum Zeitpunkt T_3 in dem HP-AIS vorhanden sein. Der Verdünnungswert der Einlassluft der Kurve **406** zum Zeitpunkt T_3 kann der Schwellenwert sein, auf den im Schritt **310** der Routine **300** Bezug genommen wird. Dementsprechend kann zum Zeitpunkt T_3 ein Öffnungsbetrag des AGR-Ventils vergrößert werden, wie durch die Kurve **404** gezeigt ist. Der Öffnungsbetrag des AGR-Ventils kann z. B. gesteuert werden, um etwa der Pedalposition nachgeführt zu werden, wie oben für das Intervall vor dem Zeitpunkt T_1 erörtert worden ist. Wie durch die Kurve **406** gezeigt ist, verbleibt nach dem Zeitpunkt T_3 die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS aufgrund der Transportverzögerung (z. B. da sich die zum Zeitpunkt T_3 beim Öffnen des AGR-Ventils in den Einlasskanal eingeleitete AGR von dem LP-AIS zu dem HP-AIS bewegt) auf dem minimalen Wert. Nach der Transportverzögerung nimmt, wie gezeigt ist, die Verdünnung der Einlassluft in dem HP-AIS auf den gleichen Pegel zu, wie sie vor dem Zeitpunkt T_1 gewesen ist, was eine Sollverdünnung der Einlassluft sein kann.

[0062] Es sei angegeben, dass die hier enthaltenen beispielhaften Steuer- und Schätzroutinen mit verschiedenen Kraftmaschinen- und/oder Fahrzeugsystemkonfigurationen verwendet werden können. 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 solches können die veranschaulichten verschiedenen Handlungen, Operationen 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 Beispielausführungsformen zu erreichen, sondern sie ist für die Leichtigkeit der Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt. Eine oder mehrere der veranschaulichten Handlungen oder Funktionen können in Abhängigkeit von der verwendeten besonderen Strategie wiederholt ausgeführt werden. Ferner können die beschriebenen Handlungen Code graphisch darstellen, der in das computerlesbare Speichermedium in dem Kraftmaschinen-Steuersystem zu programmieren ist.

[0063] 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-, I-4-, 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.

[0064] 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 die Darstellung neuer Ansprüche in dieser oder einer in Beziehung stehenden Anmeldung beansprucht werden.

[0065] 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.

Zeichenerklärung

Fig. 3

302	BESTIMME DIE VERDÜNNUNG DER EINLASSLUFT IN DEM HP-AIS
304	SCHÄTZE DAS KOMPRESSORSTOSSRISIKO
306	IST DIE SCHÄTZUNG DES KOMPRESSORSTOSSRISIKOS < EIN SCHWELLENWERT?
308	SCHLIESSE DAS CBV
310	IST DIE VERDÜNNUNG DER EINLASSLUFT IN DEM HP-AIS < EIN SCHWELLENWERT?
312	STELLE DAS AGR-VENTIL UND DIE AIS-DROSSELKLAPPE EIN, UM DIE SOLLVERDÜNNUNG DER EINLASSLUFT UND DIE SOLLAUFLADUNG BEREITZUSTELLEN, WÄHREND DER SOLL-LUFTSTRÖMUNG/DEM SOLLDREHMOMENT ENTSPROCHEN WIRD
314	ERHALTE DAS AGR-VENTIL GESCHLOSSEN AUFRECHT

Patentansprüche

1. Verfahren für eine Kraftmaschine mit Turbolader, das Folgendes umfasst:
Verringern einer Niederdruck-Abgasrückführung (Niederdruck-AGR) beim Vergrößern einer Öffnung eines Kompressorumgehungsventils (CBV); und
nach dem Verringern der Öffnung des CBV Vergrößern der AGR nur dann, nachdem die Verdünnung der Einlassluft unter einen Schwellenwert abgenommen hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Verringern der Öffnung des CBV umfasst, wenn eine Schätzung des Kompressorstoßrisikos unter einen Schwellenwert abnimmt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Vergrößern der AGR nur dann, nachdem die Verdünnung der Einlassluft unter den Schwellenwert abgenommen hat, Folgendes umfasst:
Messen der Verdünnung der Einlassluft stromabwärts des Kompressors; und
Einstellen eines Öffnungsbetrags eines AGR-Ventils basierend auf einer Sollverdünnung der Einlassluft nur dann, nachdem die Verdünnung der Einlassluft unter den Schwellenwert abgenommen hat.
4. Verfahren nach Anspruch 3, das ferner das Aufrechterhalten der verringerten AGR umfasst, wenn die Verdünnung der Einlassluft größer als der Schwellenwert ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, das ferner dann, nachdem die Verdünnung der Einlassluft unter den Schwellenwert abgenommen hat, das Einstellen einer Luftansaugsystem-Drosselklappe (AIS-Drosselklappe) basierend auf der Sollverdünnung der Einlassluft umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner das Einstellen der AIS-Drosselklappe und das Einstellen des Öffnungsbetrags des AGR-Ventils basierend auf einer Sollaufladung umfasst.
7. System für eine Kraftmaschine, das Folgendes umfasst:
einen Turbolader, der einen Kompressor, der in einem Einlasskanal angeordnet ist, und eine Turbine, die in einem Auslasskanal angeordnet ist, umfasst,
ein Niederdruck-Abgasrückführungssystem (Niederdruck-AGR-System), das einen AGR-Kanal enthält, der den Auslasskanal mit dem Einlasskanal stromaufwärts des Kompressors koppelt;
ein Kompressorumgehungsventil (CBV), das in einem CBV-Kanal angeordnet ist, der den Einlasskanal stromabwärts des Kompressors mit dem Einlasskanal stromaufwärts des Kompressors koppelt;
einen Einlass-Sauerstoffsensoren, der in dem Einlasskanal stromabwärts des Kompressors angeordnet ist; und
ein Steuersystem, das mit dem Sensor in Verbindung steht, wobei das Steuersystem nichtflüchtige Anweisungen enthält, um die AGR beim Öffnen des CBV zu verringern und dann die AGR nur dann zu vergrößern, nachdem das CBV geschlossen worden ist und die Verdünnung der Einlassluft unter einen Schwellenwert gefallen ist.
8. System nach Anspruch 7, das ferner ein AGR-Ventil umfasst, das in dem AGR-Kanal angeordnet ist, wobei das Verringern der AGR das Verringern der Öffnung des AGR-Ventils umfasst und das Vergrößern der AGR das Vergrößern der Öffnung des AGR-Ventils umfasst.
9. System nach Anspruch 8, das ferner eine Luftansaugsystem-Drosselklappe (AIS-Drosselklappe) umfasst, die stromaufwärts des Kompressors, des AGR-Kanals und des CBV-Kanals angeordnet ist, wobei das Steuersystem ferner nichtflüchtige Anweisungen enthält, um die Einstellung der AIS-Drosselklappe mit der Einstellung des AGR-Ventils zu koordinieren.
10. System nach Anspruch 9, das ferner eine Drosselklappe, die stromabwärts des Einlass-Sauerstoffsensors angeordnet ist, und ein Ladedrucksteuerventil, das in einem Ladedrucksteuerventil-Kanal, der die Turbine umgibt, angeordnet ist, umfasst.
11. System nach Anspruch 10, wobei das Steuersystem ferner nichtflüchtige Anweisungen enthält, um die Drosselklappe, das Ladedrucksteuerventil, das AGR-Ventil und die AIS-Drosselklappe basierend auf einer Soll-Luftströmung/einem Solldrehmoment und einer Sollaufladung einzustellen.
12. System nach Anspruch 11, wobei die Kraftmaschine identische Zwillingsturbolader enthält und wobei die Kompressoren der Turbolader über einen gemeinsamen Einlasskanal stromabwärts der Kompressoren kommunizieren, wobei der Einlass-Sauerstoffsensoren in dem gemeinsamen Einlasskanal angeordnet ist.
13. Verfahren für eine Kraftmaschine, das Folgendes umfasst:
bei der Pedalfreigabe, während die Abgasrückführung (AGR) freigegeben ist, Öffnen eines Kompressorumgehungsventils (CBV), das in einem CBV-Kanal angeordnet ist, der einen Turboladerkompressor umgibt, und Verringern der AGR;
nachdem eine Schätzung des Kompressorstoßrisikos unter einen Schwellenwert abgenommen hat, Schließen des CBV und Einstellen der AGR basierend auf der Verdünnung der Einlassluft.

14. Verfahren nach Anspruch 13, das ferner das Bestimmen der Schätzung des Kompressorstoßrisikos basierend auf einem Kompressordruckverhältnis und einer Luftstromgeschwindigkeit durch den Kompressor umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Einstellen der AGR basierend auf der Verdünnung der Einlassluft das Vergrößern der AGR umfasst, wenn die Verdünnung der Einlassluft stromabwärts des Kompressors unter einen Schwellenwert abnimmt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, das ferner das Aufrechterhalten der verringerten AGR umfasst, während die Verdünnung der Einlassluft größer als der Schwellenwert ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, das ferner dann, nachdem die Verdünnung der Einlassluft unter den Schwellenwert abgenommen hat, das Einstellen einer Luftansaugsystem-Drosselklappe (AIS-Drosselklappe) und des AGR-Ventils basierend auf einer Sollverdünnung der Einlassluft umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 17, das ferner das Einstellen des AGR-Ventils und der AIS-Drosselklappe basierend auf einer Sollaufladung umfasst.

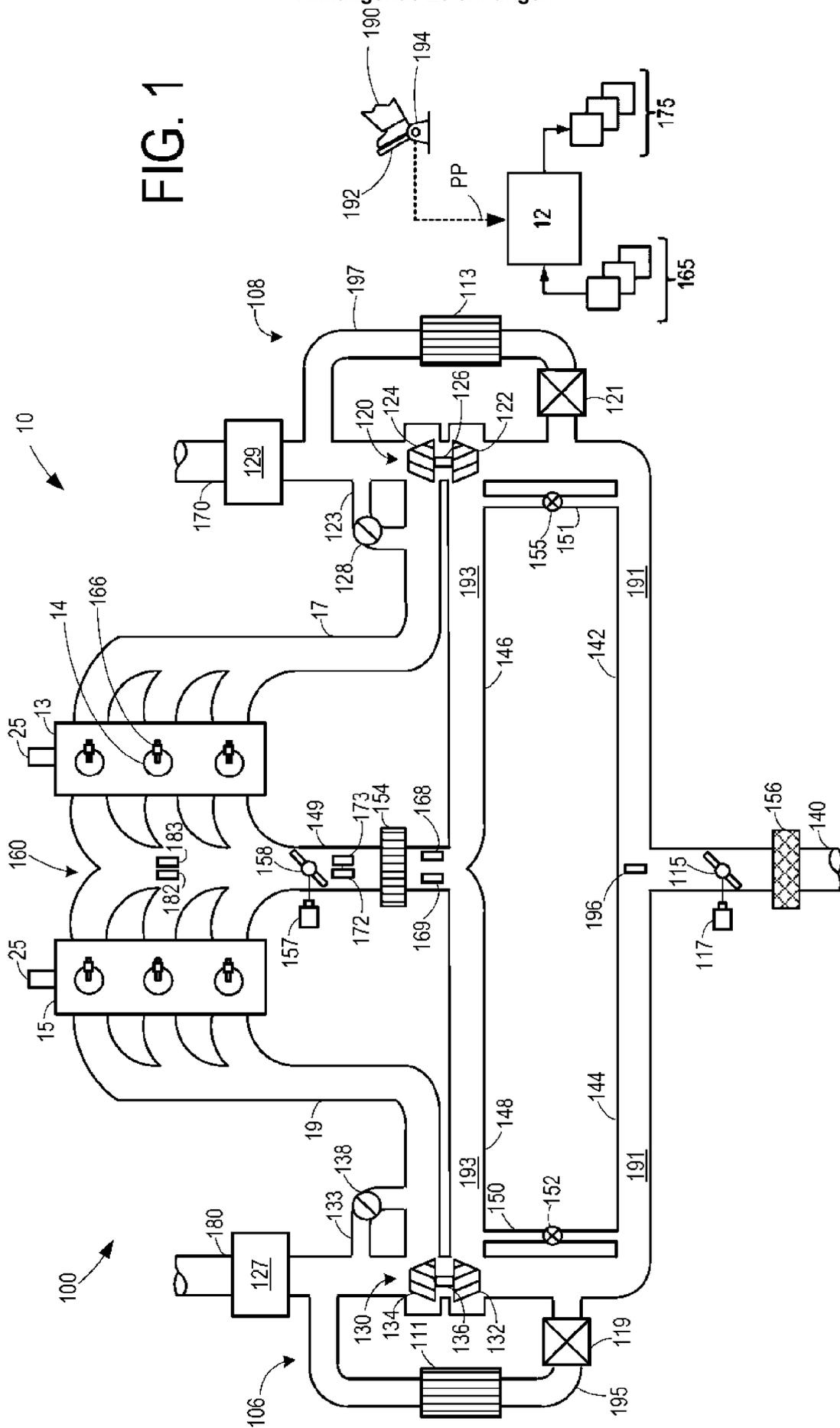
19. Verfahren nach Anspruch 17, das ferner vor der Pedalfreigabe, während die AGR freigegeben ist, das Steuern des AGR-Ventils und der AIS-Drosselklappe basierend auf der Sollverdünnung der Einlassluft umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 13, das ferner bei der Pedalfreigabe, während die AGR nicht freigegeben ist, das Öffnen des CBV umfasst, bis die Schätzung des Kompressorstoßrisikos unter den Schwellenwert abnimmt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



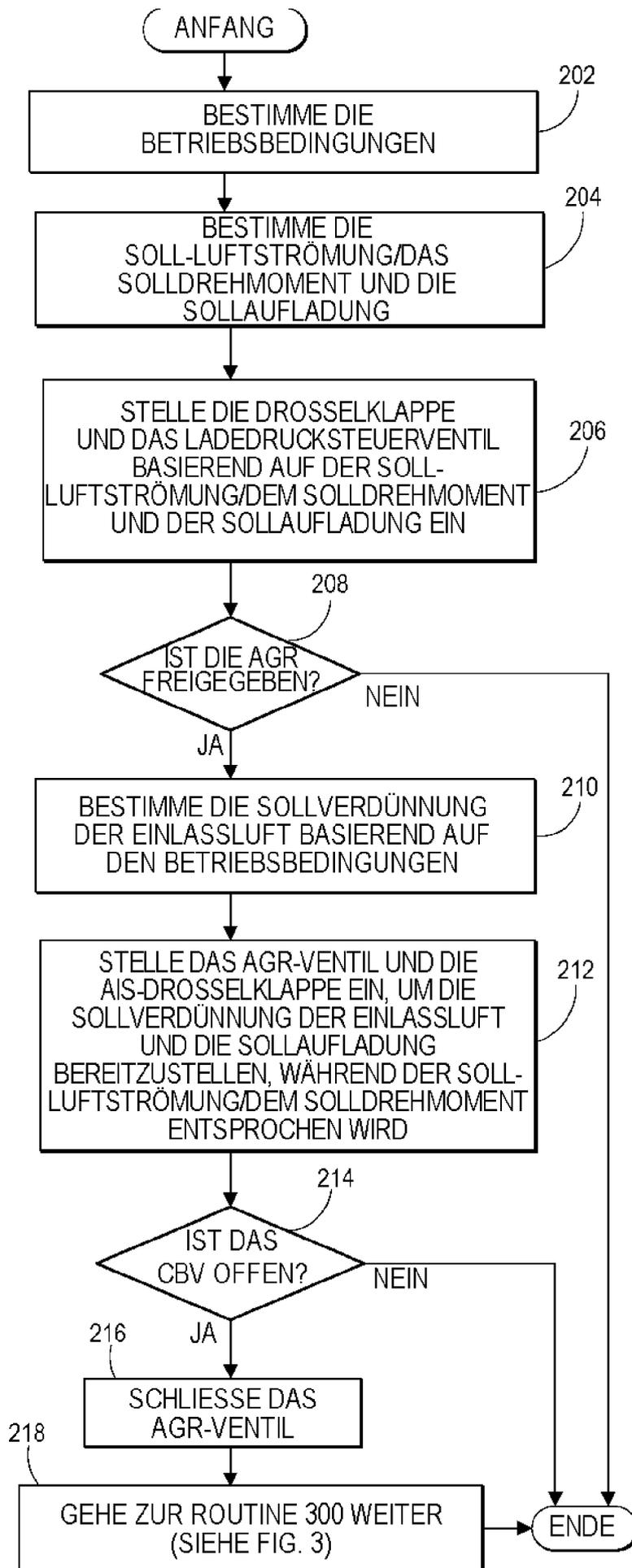


FIG. 2

300

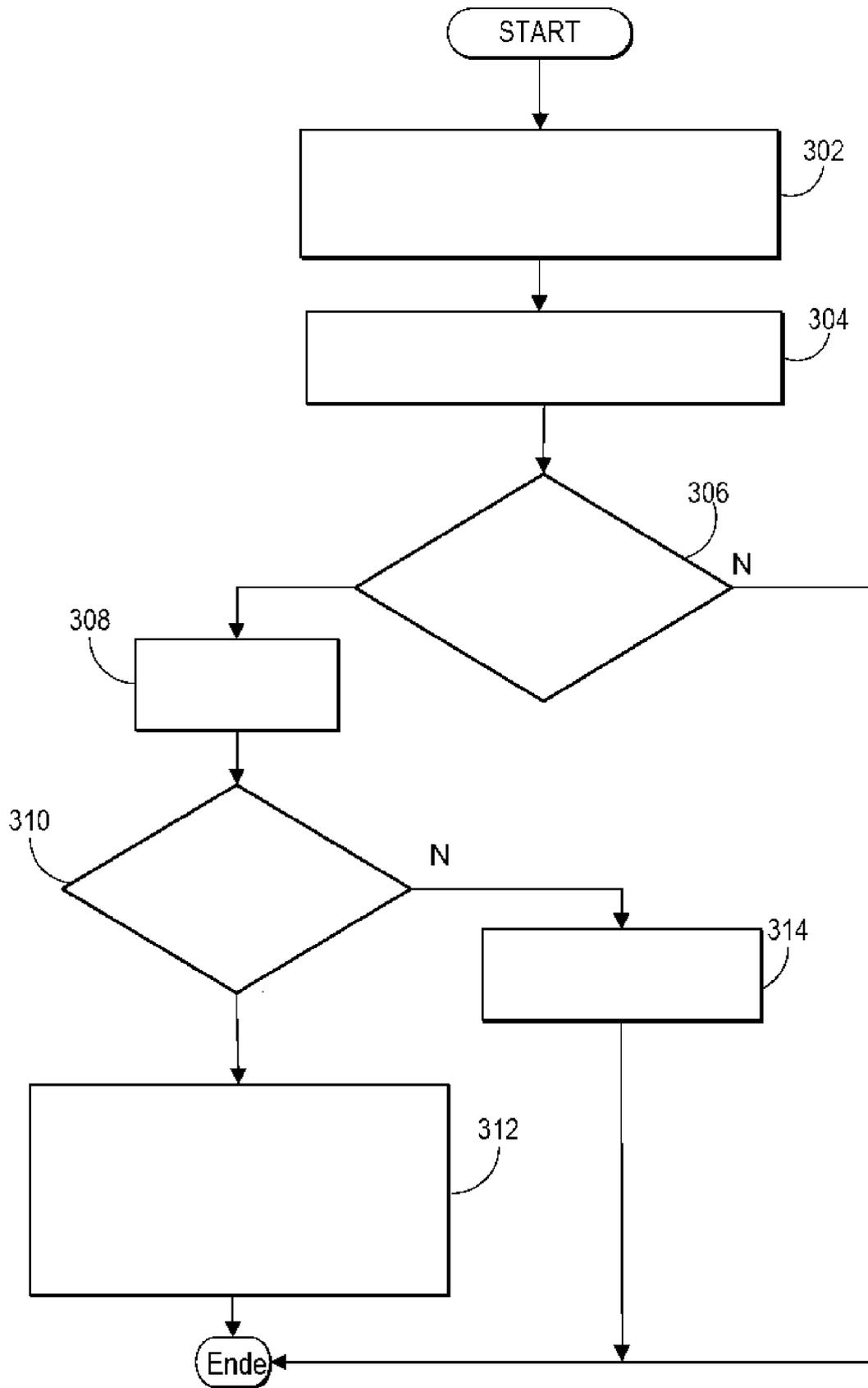


FIG. 3

400

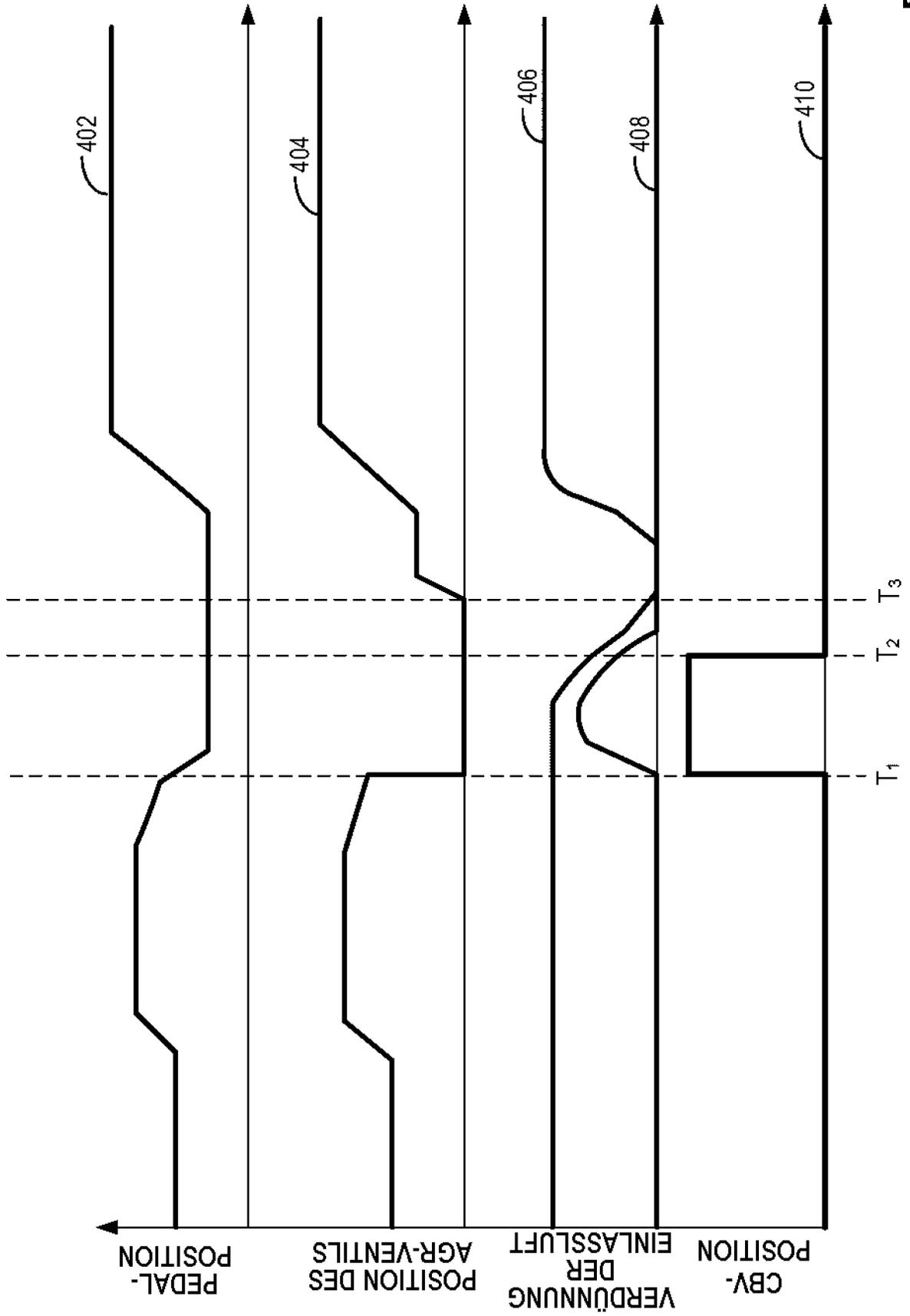


FIG. 4