



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 215 031.8**
 (22) Anmeldetag: **31.07.2013**
 (43) Offenlegungstag: **13.02.2014**

(51) Int Cl.: **F02D 41/14 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
13/569,041 **07.08.2012** **US**

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

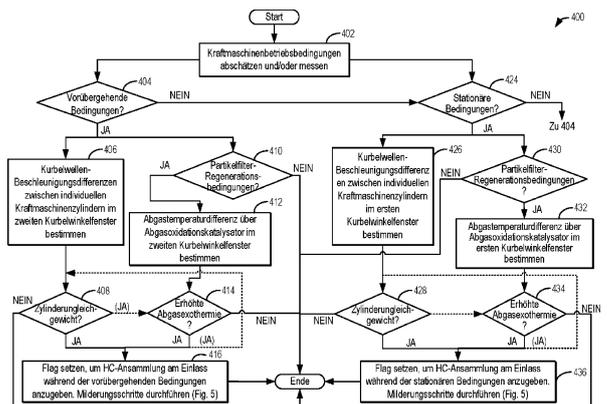
(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735, Köln, DE

(72) Erfinder:
Chamarthi, Gopal Krishna, Saline, Mich., US;
Fraser, John G., Ontario, Calif., US; Kromberg, Arnold, Howell, Mich., US; Shah, Anil, Canton, Mich., US; Erickson, Thomas C., Ypsilanti, Mich., US; Fulton, Brien Lloyd, West Bloomfield, Mich., US; Eeley, Scott, South Lyon, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System für die Steuerung von unverbranntem Kohlenwasserstoff einer Kraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren und Systeme zum Detektieren einer Kohlenwasserstoffaufnahme in einer Kraftmaschine auf der Basis der gleichzeitigen Überwachung eines Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Abgasexothermie geschaffen. Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten werden während stationärer und instationärer Kraftmaschinenbedingungen überwacht, während Abgastemperaturen während Bedingungen ohne Regeneration abgeschätzt werden. Die Kraftmaschinendrehzahl und -last werden begrenzt, um eine weitere Kohlenwasserstoffaufnahme zu verringern.



Beschreibung

[0001] Kraftmaschinen können aus verschiedenen Gründen Zylinderdrehmomentungleichgewichte aufweisen. Diese können beispielsweise blockierte Einspritzdüsenlöcher, Ladedrucküberhöhung, Kraftstoffqualitätsprobleme und Rußansammlung im Zylinder umfassen. Kraftmaschinen-steuersysteme können dazu konfiguriert sein, Zylinderdrehmomentungleichgewichte zu vermindern, um die Kraftmaschinenleistung zu verbessern.

[0002] Ein Verfahren zum Verringern von Zylinderungleichgewichten ist von Yamaoka u. a. in US 7 128 048 gezeigt. Darin werden Zylinderungleichgewichte auf der Basis von Abweichungen von Zylinderdruckspitzen-Zeitpunkten eines vorbestimmten Zeitbereichs identifiziert. Auf der Basis dessen, ob der Zylinderdruckspitzen-Zeitpunkt in einem gegebenen Zylinder relativ zum vorbestimmten Bereich verzögert oder vorverstellt ist, kann eine Kraftmaschinensteuereinheit eine Menge an interner AGR, die zum betroffenen Zylinder zugeführt wird, einstellen. Dies ermöglicht, dass die Zündfähigkeit des Gemisches im Zylinder verbessert wird und die Kraftmaschinendrehzahl geeignet eingestellt wird. Wenn die Abweichung ausreichend groß ist, kann der Kompressionszündungsmodus des Kraftmaschinenbetriebs verhindert werden, um so eine Kraftmaschinenabnutzung zu verringern.

[0003] Die Erfinder haben jedoch hier potentielle Probleme bei einer solchen Vorgehensweise erkannt. Beispielsweise kann das Einstellen der Menge an interner AGR Zylinderungleichgewichte, die durch eine Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass verursacht werden, nicht verringern. In bestimmten Kraftmaschinensystemen können beispielsweise bestimmte Kraftmaschinenzylinder für eine Kohlenwasserstoffansammlung aufgrund der spezifischen Konfiguration des Kraftmaschineneinlasssystems anfälliger sein. Hier kann das Erhöhen der Menge an interner AGR nicht helfen, die Kohlenwasserstoffe aus diesen Zylindern freizusetzen. Beispielsweise können sich Kohlenwasserstoffe an einem Ladeluftkühler ansammeln und von dort während eines Fahrpedaltretens in die Kraftmaschine gedrängt werden. Das Erhöhen einer Menge an interner AGR kann die während des Fahrpedaltretens gelieferte Leistung verringern, ohne die Freisetzung von Kohlenwasserstoffen vom Ladeluftkühler zu verbessern. Wenn sie am Kraftmaschineneinlass belassen werden, können sich die angesammelten Kohlenwasserstoffe schließlich vom betroffenen Zylinder zu den restlichen Zylindern ausbreiten, was weitere Zylinderungleichgewichte verursacht und die Kraftmaschinenabnutzung beschleunigt.

[0004] Folglich können beispielsweise einige der obigen Probleme durch ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftmaschine angegangen werden, das in Reaktion auf ein Zylinderungleichgewicht und eine erhöhte Kraftmaschinenabgasexothermie, die auf Kohlenwasserstoff-Oxidation hinweist, das Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last umfasst, um die Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass zu verringern. Auf diese Weise kann die Kohlenwasserstoffansammlung an einem oder mehreren Orten entlang eines Kraftmaschineneinlasses besser angegangen werden.

[0005] Beispielsweise kann eine Kraftmaschine ein verzweigtes Einlasssystem umfassen, das Luft zu jeder von einer ersten und einer zweiten Gruppe von Zylindern zuführt. Aufgrund der spezifischen Konfiguration des Einlasssystems kann Luft von einer Drosselklappe zu einer Y-Abzweigung und dann von einem ersten Auslass der y-Abzweigung zur ersten Gruppe von Zylindern und von einem ersten Auslass der y-Abzweigung zur zweiten Gruppe von Zylindern strömen. Eine Längsachse des ersten Auslasses der y-Abzweigung kann auf einen ersten Zylinder gerichtet sein, der von einem Endzylinder der ersten Gruppe entfernt angeordnet ist, während eine Längsachse des zweiten Auslasses der y-Abzweigung auf den ersten Zylinder gerichtet sein kann, der von einem Endzylinder der zweiten Gruppe entfernt angeordnet ist. Folglich können der erste Zylinder der ersten Gruppe und der erste Zylinder der zweiten Gruppe für eine Kohlenwasserstoffansammlung anfälliger sein. Eine Kraftmaschinensteuereinheit kann Zylinderungleichgewichte auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungs-differenzen bestimmen, die während stationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen (z. B. Leerlaufbedingungen) und/oder instationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen (z. B. während eines Fahrpedal-tretens) abgeschätzt werden. Die Kurbelwellendaten können in verschiedenen Fenstern während stationärer Bedingungen und instationärer Bedingungen abgeschätzt werden, wobei das Fenster auf der Basis zumindest der Luftmassenströmung während der jeweiligen Bedingung variiert. Aufgrund eines höheren Hintergrundrauschens kann die Steuereinheit eine signifikante Signalverarbeitung der während der instationären Bedingungen empfangenen Kurbelwellendaten durchführen, einschließlich des Entprellens der Signale, um Zylinderungleichgewichte, die aufgrund einer Kraftmaschineneinlass-Kohlenwasserstoffansammlung entstehen, von Zylinderungleichgewichten, die aufgrund von Luft- oder Kraftstoffvariationen (z. B. von Fehlzündungen) während der instationären Bedingungen entstehen, zu unterscheiden. Bei Bedingungen, unter denen ein Abgaspartikelfilter nicht regeneriert, kann die Steuereinheit außerdem Abgastemperaturdifferenzen über einem Abgaskatalysator (wie z. B. einem Abgasoxidationskatalysator) abschätzen.

[0006] In Reaktion auf ein Zylinderungleichgewicht, das detektiert wird, während eine Abgasexothermie erhöht ist, kann die Steuereinheit bestimmen, dass eine Oxidation von Kohlenwasserstoffen besteht, die sich an einem Kraftmaschineneinlass angesammelt haben. Insbesondere kann eine unkontrollierte Kohlenwasserstoffansammlung an verschiedenen Stellen entlang des Kraftmaschineneinlasses stattgefunden haben, einschließlich des Kurbelgehäuses, nahe des Einlasskanals von spezifischen Zylindern und an oder nahe eines Ladeluftkühlers. In Reaktion auf die Angabe kann die Steuereinheit die Kraftmaschinendrehzahl und -last begrenzen, um eine weitere Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass zu verringern. Die Begrenzung kann das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder, einschließlich des unausgeglichene Zylinders, umfassen. Der Grad der Begrenzung kann darauf basieren, ob das Zylinderungleichgewicht während instationärer Bedingungen oder während stationärer Bedingungen detektiert wurde. In Reaktion auf Zylinderungleichgewichte und eine erhöhte Exothermie, die während der instationären Bedingungen detektiert werden, kann die Begrenzung beispielsweise als Ergebnis einer hohen Alpha- und Beta-Fehlertrennung höher und schneller sein, während in Reaktion auf Zylinderungleichgewichte und erhöhte Exothermien, die während eines stationären Zustandes detektiert werden, die Begrenzung aufgrund einer kleineren Alpha- und Beta-Fehlertrennung niedriger und langsamer sein kann, was eine langsamere Entprellrate erfordert. Die Steuereinheit kann auch die Kraftmaschinentemperaturen erhöhen, um die angesammelten Kohlenwasserstoffe freizusetzen. Hier erhöht die gesteuerte Oxidation oder Verdampfung der angesammelten Kohlenwasserstoffe die Toleranz für eine Kurbelgehäuseüberfüllung. Weiterhin kann die Steuereinheit einen oder mehrere Diagnosecodes setzen, ein Anzeigelicht leuchten lassen und eine Verbundnachricht setzen, um den Fahrzeugfahrer darauf aufmerksam zu machen, dass eine Kohlenwasserstoffansammlung am Einlass detektiert wurde, so dass der Fahrzeugfahrer das Fahrzeug zu einem Wartungszentrum bringen kann, bevor eine beträchtliche Kraftmaschinenabnutzung auftreten kann.

[0007] In dieser Weise können unter Verwendung von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen, um Zylinderungleichgewichte während stationärer und instationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen zu identifizieren, und durch Korrelieren der Zylinderungleichgewichte mit erhöhten Abgasexothermien Zylinderungleichgewichte aufgrund einer Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass besser identifiziert und von Zylinderungleichgewichten, die von einer Kohlenwasserstoffansammlung an anderen Kraftmaschinenorten verursacht werden, und Zylinderungleichgewichten aufgrund von anderen Kraftmaschinenbedingungen (z. B. jenen aufgrund von Kraftstoffeinspritzdüsenvariationen) unterschieden werden. Durch Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last in Reaktion auf die Angabe einer Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass kann eine primäre Kraftmaschinenabnutzung, die durch die Strömung der sich ansammelnden Kohlenwasserstoffe in die Kraftmaschine während hoher Luftströmungsbedingungen (wie z. B. eines Fahrpedal-tretens) verursacht wird, verringert werden. Durch Begrenzen einer weiteren Ansammlung von Kohlenwasserstoffen im Kraftmaschineneinlass kann außerdem eine sekundäre Kraftmaschinenabnutzung, die potentiell durch fortgesetzte Zylinderungleichgewichte entstehen könnte, verringert werden.

[0008] Selbstverständlich ist die obige Zusammenfassung vorgesehen, um eine Auswahl von Konzepten, die in der ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben werden, in vereinfachter Form einzuführen. Sie soll keine Schlüssel- oder wesentlichen Merkmale des beanspruchten Gegenstandes identifizieren, dessen Schutzbereich nur durch die Ansprüche definiert ist, die der ausführlichen Beschreibung folgen. Ferner ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Implementierungen begrenzt, die irgendwelche vorstehend oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung angegebenen Nachteile lösen.

[0009] Die Figuren zeigen:

[0010] Fig. 1 zeigt eine Teilansicht eines Kraftmaschinensystems.

[0011] Fig. 2 zeigt beispielhaft eine Konfiguration eines Kraftmaschinensystems.

[0012] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Routine zum Detektieren einer Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Zylinderungleichgewichten und Abgasexothermien, die während instationärer und stationärer Bedingungen überwacht werden.

[0013] Fig. 4 zeigt ein Flowchart zum Identifizieren einer Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Zylinderungleichgewichten und Abgasexothermien, die während instationärer und stationärer Bedingungen überwacht werden.

[0014] Fig. 5 zeigt ein Flowchart für eine Milderungshandlung, die in Reaktion auf eine Angabe einer Kohlenwasserstoffansammlung an einem Kraftmaschineneinlass durchgeführt wird.

[0015] Verfahren und Systeme zum Angeben der unausgeglichene Ansammlung von Kohlenwasserstoffen an ausgewählten Orten eines Kraftmaschineneinlasses (wie z. B. des Kraftmaschinensystems von **Fig. 1–Fig. 2**) auf der Basis von Korrelationen zwischen Zylinderungleichgewichten und erhöhten Abgasexothermien werden beschrieben. Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen über individuellen Kraftmaschinenzylindern und Abgastemperaturdifferenzen über einem Abgaskatalysator werden während instationärer und stationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen abgeschätzt (**Fig. 3**). Eine Steuereinheit kann dazu konfiguriert sein, die Daten in unterschiedlichen Fenstern zu sammeln, eine unterschiedliche Signalverarbeitung durchzuführen, und die Daten auf der Basis dessen, ob die Daten während der stationären oder der instationären Bedingung gesammelt wurden, unterschiedlich zu gewichten (**Fig. 4**). Auf der Basis der Angabe der Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass kann die Steuereinheit einen oder mehrere Milderungsschritte (**Fig. 5**) durchführen, einschließlich der Begrenzung der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder, um die Freisetzung der angesammelten Kohlenwasserstoffe zu beschleunigen, während eine weitere Ansammlung am Einlass verringert wird. In dieser Weise kann eine Kraftmaschinenabnutzung, die durch die Ansammlung von Kohlenwasserstoffen in ausgewählten Bereichen eines Kraftmaschineneinlasses entsteht, verringert werden.

[0016] Mit Bezug auf **Fig. 1** wird eine Brennkraftmaschine **10** mit mehreren Zylindern, von denen ein Zylinder in **Fig. 1** gezeigt ist, durch eine elektronische Kraftmaschinensteuereinheit **12** gesteuert. Die Kraftmaschine **10** umfasst eine Brennkammer **30** und Zylinderwände **32**, wobei ein Kolben **36** darin angeordnet ist und mit einer Kurbelwelle **40** verbunden ist. Die Brennkammer **30** ist mit einem Einlasskrümmer **44** und Auslasskrümmer **48** über ein jeweiliges Einlassventil **52** und Auslassventil **54** in Verbindung stehend gezeigt. Jedes Einlass- und Auslassventil kann durch einen Einlassnocken **51** und eine Auslassnocken **53** betätigt werden. Alternativ können ein oder mehrere der Einlass- und Auslassventile durch eine elektromechanisch gesteuerte Ventilspulen- und -ankeranordnung betätigt werden. Die Position des Einlassnockens **51** kann durch einen Einlassnockensensor **55** bestimmt werden. Die Position des Auslassnockens **53** kann durch einen Auslassnockensensor **57** bestimmt werden.

[0017] Eine Kraftstoffeinspritzdüse **66** ist angeordnet gezeigt, um Kraftstoff direkt in den Zylinder **30** einzuspritzen, was dem Fachmann als Direkteinspritzung bekannt ist. Alternativ kann Kraftstoff in einen Einlasskanal eingespritzt werden, was dem Fachmann auf dem Gebiet als Saugrohreinspritzung bekannt ist. Die Kraftstoffeinspritzdüse **66** führt flüssigen Kraftstoff im Verhältnis zur Impulsbreite eines Signals FPW der Steuereinheit **12** zu. Kraftstoff wird zur Kraftstoffeinspritzdüse **66** durch ein Kraftstoffsystem (nicht dargestellt) mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einer Kraftstoffverteilerleitung (nicht dargestellt) zugeführt. Die Kraftstoffeinspritzdüse **66** wird mit Betriebsstrom von einem Treiber **68** versorgt, der auf die Steuereinheit **12** anspricht. Außerdem ist der Einlasskrümmer **44** mit einer optionalen elektronischen Drosselklappe **62** in Verbindung stehend gezeigt, die eine Position einer Drosselplatte **64** einstellt, um die Luftströmung von einer Einlassaufladekammer **46** zu steuern. Ein Kompressor **162** saugt Luft vom Lufteinlass **42**, um die Aufladekammer **46** zu versorgen. Abgase drehen eine Turbine **164**, die mit dem Kompressor **162** gekoppelt ist. Ein zweistufiges Hochdruck-Kraftstoffsystem kann verwendet werden, um höhere Kraftstoffdrücke an den Einspritzdüsen **66** zu erzeugen. Eine Beispielkonfiguration eines Einlasskrümmers der Kraftmaschine **10** ist mit Bezug auf das Kraftmaschinensystem von **Fig. 2** gezeigt.

[0018] Ein universeller Abgassauerstoffsensor (UEGO-Sensor) **126** ist mit dem Auslasskrümmer **48** stromaufwärts einer Abgasreinigungsvorrichtung **70** gekoppelt gezeigt. Alternativ kann der UEGO-Sensor **126** gegen einen Abgassauerstoffsensor mit zwei Zuständen ausgetauscht werden.

[0019] Die Abgasreinigungsvorrichtung **70** kann einen oder mehrere Abgaskatalysatoren und Partikelfilter umfassen. Beispielsweise, wie dargestellt, kann die Abgasreinigungsvorrichtung **70** einen Partikelfilter **73** stromabwärts eines Abgasoxidationskatalysators **71** umfassen. Beispielsweise kann die Abgasreinigungsvorrichtung **70** einen oder mehrere SCR-Katalysators, Dreiwegekatalysators, Anspringkatalysators, Oxidationskatalysators und Partikelfilters umfassen. Ein oder mehrere Temperatursensoren können mit der Abgasreinigungsvorrichtung **70** zum Abschätzen einer Abgasexothermie gekoppelt sein. Ein erster Temperatursensor **75** kann beispielsweise stromaufwärts der Abgasreinigungsvorrichtung **70** gekoppelt sein, insbesondere stromaufwärts des Abgasoxidationskatalysators **71**, während ein zweiter Temperatursensor **77** stromabwärts der Abgasreinigungsvorrichtung **70** gekoppelt ist, insbesondere stromabwärts des Partikelfilters **73**. Außerdem kann ein dritter Temperatursensor **76** stromabwärts des Abgasoxidationskatalysators **71B** gekoppelt sein, um die Abschätzung einer Abgasexothermie über dem Oxidationskatalysator vorzusehen. Ebenso können ein oder mehrere Abgas-Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensoren (z. B. UEGO-, EGO- oder HEGO-Sauerstoffsensoren) stromaufwärts und stromabwärts der Abgasreinigungsvorrichtung gekoppelt sein, einschließlich stromaufwärts und stromabwärts des Oxidationskatalysators **71** und stromaufwärts und stromabwärts des Partikelfilters **73**.

[0020] Wie hier ausgearbeitet, kann bei Bedingungen, unter denen Kohlenwasserstoffe in die Kraftmaschine aufgenommen werden, eine Kohlenwasserstoffansammlung entlang des Kraftmaschineneinlasses sowie am Kraftmaschinenauslass wie z. B. am Partikelfilter **73** und in dem Bereich unmittelbar stromaufwärts vom Oxidationskatalysator **71** auftreten. Die Oxidation der angesammelten Kohlenwasserstoffe am Kraftmaschinenauslass ist eine exotherme Reaktion, die eine große Menge an Energie in der Abgasreinigungsvorrichtung freisetzt. Insbesondere bei Bedingungen, unter denen der Partikelfilter nicht regeneriert wird, verursacht die Oxidation der angesammelten Kohlenwasserstoffe, dass eine große Menge an Wärme stromabwärts des Oxidationskatalysators **71** freigesetzt wird. Die übermäßige Wärme kann zur Abnutzung der Abgasreinigungsvorrichtung **70** führen. Durch Abschätzen der Temperaturdifferenz über dem Oxidationskatalysator während Bedingungen ohne Regeneration kann eine erhöhte Exothermie detektiert werden. Durch Korrelieren der erhöhten Exothermie mit gleichzeitigen Zylinderungleichgewichten kann eine Kohlenwasserstoffaufnahme detektiert werden und Kraftmaschinenabnutzungs-Milderungsschritte können unternommen werden.

[0021] Die Steuereinheit **12** ist in **Fig. 1** als herkömmlicher Mikrocomputer gezeigt, umfassend: Eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingabe/Ausgabe-Anschlüsse **104**, einen Festwertspeicher **106**, einen Direktzugriffsspeicher **108**, einen Haltespeicher **110** und einen herkömmlichen Datenbus. Die Steuereinheit **12** kann verschiedene Signale zusätzlich zu den vorher erörterten Signalen von mit der Kraftmaschine **10** gekoppelten Sensoren empfangen, einschließlich: Der Kraftmaschinenkühlmittel-Temperatur (ECT) vom Temperatursensor **112**, der mit einem Kühlmantel **114** gekoppelt ist; eines Positionssensors **134**, der mit einem Fahrpedal **130** gekoppelt ist, zum Erfassen einer Fahrpedalposition, die durch einen Fuß **132** eingestellt wird; eines Klopfensors zum Bestimmen einer Zündung von Endgasen (nicht dargestellt); einer Messung des Kraftmaschinenkrümmerdrucks (MAP) vom Drucksensor **122**, der mit dem Einlasskrümmer **44** gekoppelt ist; eines Kraftmaschinenpositionssensors von einem Hall-Effekt-Sensor **118**, der die Position der Kurbelwelle **40** erfasst; einer Messung der in die Kraftmaschine eintretenden Luftmasse vom Sensor **120** (z. B. ein Hitzdraht-Luftdurchflussmesser); einer Messung der Drosselklappenposition vom Sensor **58**; einer Messung von Temperaturdifferenzen über einer Abgasreinigungsvorrichtung von Temperatursensoren **75, 76, 77**; und einer Messung von Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Differenzen über der Abgasreinigungsvorrichtung von Sauerstoff-sensoren (nicht dargestellt), die stromaufwärts und stromabwärts der Abgasreinigungsvorrichtung **70** gekoppelt sind. Der Luftdruck kann auch zur Verarbeitung durch die Steuereinheit **12** erfasst werden (Sensor nicht gezeigt). Bei einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung erzeugt der Kraftmaschinenpositionssensor **118** eine vorbestimmte Anzahl von gleich beabstandeten Impulsen bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle, aus denen die Kraftmaschinendrehzahl (RPM) bestimmt werden kann.

[0022] Die Kurbelwellenbeschleunigungsdaten können auch vom Kraftmaschinenpositionssensor **118** erhalten werden. Wie hier mit Bezug auf **Fig. 3–Fig. 4** ausgearbeitet, können die Kurbelwellenbeschleunigungsdaten mit einer erhöhten Abgasexothermie (auf der Basis von Abgastemperaturdifferenzen bestimmt, die durch die Temperatursensoren **75, 76, 77** abgeschätzt werden) während instationärer und stationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen korreliert werden, um eine Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass anzugeben. Dies kann eine Kohlenwasserstoffansammlung an ausgewählten Zylindern (auf der Basis der Konfiguration des Einlasskrümmers, wie in **Fig. 2** erörtert) und/oder eine Ansammlung nahe oder in einem Ladeluftkühler, der stromabwärts des Kompressors **162** gekoppelt ist, umfassen. Auf der Basis der Angabe kann die Steuereinheit **12** die Kraftmaschinendrehzahl und -last begrenzen, um eine weitere Ansammlung zu verringern, wodurch die Kraftmaschinenabnutzung umgangen wird. Die Begrenzung kann beispielsweise die Abnutzung eines Zylinderkolbens und anderer Kraftmaschinenkomponenten verringern.

[0023] Mit Rückkehr zu **Fig. 1** kann die Kraftmaschine bei einigen Ausführungsformen mit einem Elektromotor/Batterie-System in einem Hybridfahrzeug gekoppelt sein. Das Hybridfahrzeug kann eine parallele Konfiguration, eine Reihenkonfiguration oder eine Variation oder Kombinationen davon aufweisen. Bei einigen Ausführungsformen können ferner andere Kraftmaschinenkonfigurationen verwendet werden, beispielsweise eine Dieselmotorkraftmaschine.

[0024] Während des Betriebs wird jeder Zylinder innerhalb der Kraftmaschine **10** typischerweise einem Viertaktzyklus unterzogen: Der Zyklus umfasst den Einlasshub, den Kompressionshub, den Expansionshub und den Auslasshub. Während des Einlasshubs schließt sich im Allgemeinen das Auslassventil **54** und das Einlassventil **52** öffnet sich. Luft wird in die Brennkammer **30** über den Einlasskrümmer **44** eingeführt und der Kolben **36** bewegt sich zur Unterseite des Zylinders, um das Volumen innerhalb der Brennkammer **30** zu vergrößern. Die Position, in der sich der Kolben **36** nahe der Unterseite des Zylinders und am Ende seines Hubs befindet (z. B. wenn die Brennkammer **30** auf ihrem größten Volumen liegt), wird vom Fachmann auf dem Gebiet typischerweise als unterer Totpunkt (BDC) bezeichnet. Während des Kompressionshubs werden das Einlassventil **52** und das Auslassventil **54** geschlossen. Der Kolben **36** bewegt sich in Richtung des Zylinderkopfs,

um die Luft innerhalb der Brennkammer **30** zu komprimieren. Der Punkt, an dem sich der Kolben **36** am Ende seines Hubs und am nächsten zum Zylinderkopf befindet (z. B. wenn die Brennkammer **30** auf ihrem kleinsten Volumen liegt), wird vom Fachmann auf dem Gebiet typischerweise als oberer Totpunkt (TDC) bezeichnet. In einem Prozess, der nachstehend als Einspritzung bezeichnet wird, wird Kraftstoff in die Brennkammer eingeführt. In einem Prozess, der nachstehend als Zündung bezeichnet wird, wird der eingespritzte Kraftstoff durch bekannte Zündmittel wie z. B. eine Zündkerze **92** gezündet, was zur Verbrennung führt. Während des Expansionshubs schieben die expandierenden Gase den Kolben **36** zum BDC zurück. Die Kurbelwelle **40** wandelt die Kolbenbewegung in ein Drehmoment der Drehwelle um. Während des Auslasshubs öffnet sich schließlich das Auslassventil **54**, um das verbrannte Luft/Kraftstoff-Gemisch an den Auslasskrümmer **48** abzugeben, und der Kolben kehrt zum TDC zurück. Es ist zu beachten, dass das Obige lediglich als Beispiel beschrieben ist und dass die Einlass- und Auslassventil-Öffnungs- und/oder Schließzeitpunkte variieren können, wie z. B. um eine positive oder negative Ventilüberlappung, ein spätes Einlassventilschließen oder verschiedene andere Beispiele zu zeigen.

[0025] Folglich zeigt das System von **Fig. 1** ein Kraftmaschinensystem, das dazu konfiguriert ist, auf das gleichzeitige Auftreten eines Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Kraftmaschinenabgasexothermie, die auf eine Kohlenwasserstoffoxidation hinweist, durch Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last zu reagieren, um die Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass zu verringern. Eine Steuereinheit des Kraftmaschinensystems kann auch eine Kraftmaschinentemperatur erhöhen, um die angesammelten Kohlenwasserstoffe freizusetzen oder abzubrennen. Die Steuereinheit kann Zylinderungleichgewichte auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern (wie z. B. Zylindern an verschiedenen Kraftmaschinenreihen) bestimmen, wobei die Kurbelwellenbeschleunigung während stationärer Kraftmaschinenbedingungen und instationärer Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt wird. Die während instationärer Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzten Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen können über ein dynamisch angepasstes Fenster abgeschätzt werden, das von einem Fenster, das während stationärer Bedingungen verwendet wird, verschieden ist, wobei das dynamisch angepasste Fenster auf der Basis zumindest einer Luftmassenströmung während der instationären Bedingung eingestellt wird. Die Abgasexothermie kann auf der Basis von Abgastemperaturdifferenzen über einer Abgasreinigungsvorrichtung (wie z. B. des Oxidations-abgaskatalysators von **Fig. 1**) bestimmt werden, die bei Bedingungen ohne Regeneration (wenn die Abgastemperatur aktiv erhöht wird, um Ruß zu verbrennen und den Abgaspartikelfilter von **Fig. 1** zu regenerieren) abgeschätzt werden. Unter Verwendung von sowohl Abgasexothermiedaten als auch Zylinderungleichgewichtsdaten kann die Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass besser identifiziert und von anderen Ursachen für ein Zylinderungleichgewicht unterschieden und dementsprechend angegangen werden.

[0026] Wenn man sich nun **Fig. 2** zuwendet, ist beispielhaft eine Ausführungsform **200** eines Kraftmaschinensystems (wie z. B. des Kraftmaschinensystems von **Fig. 1**) mit einer Kraftmaschine **201** mit speziellem Hauptaugenmerk auf die Konfiguration eines Kraftmaschinen-Einlasskrümmers **202** gezeigt, der bewirkt, dass bestimmte Kraftmaschinenzylinder für eine Kohlenwasserstoffansammlung anfälliger sind. Frische Einlassluft, die durch einen Luftfilter **212** gefiltert wird, wird über einen Einlassdurchgang **242** zur Kraftmaschine **201** zugeführt. Ein oder mehrere Sensoren können mit dem Einlassdurchgang **242** stromabwärts des Luftfilters gekoppelt sein, wie z. B. ein MAP-Sensor und/oder ein Einlassluft-Temperatursensor, so dass Kraftmaschinenvorgänge auf der Basis der Einlassluftbedingungen eingestellt werden können. Zusätzliche MAP- und Einlassluft-Temperatursensoren können mit dem Einlasskrümmer gekoppelt sein. Die Kraftmaschine **201** kann eine aufgeladene Kraftmaschine sein, die mit einem oder mehreren Turboladern konfiguriert ist. Die Kraftmaschine **201** kann beispielsweise mit einem ersten Niederdruck-Turbolader **260** und einem zweiten Hochdruck-Turbolader **270** konfiguriert sein. Der Niederdruck-Turbolader **260** umfasst einen ersten Kompressor **262**, der dazu konfiguriert ist, die Einlassluft aufzuladen. Der erste Kompressor **262** kann durch die Drehung der ersten Turbine **264**, die mit dem Auslassdurchgang **248** gekoppelt ist, angetrieben werden. Der Hochdruck-Turbolader **270** umfasst einen zweiten Kompressor **272**, der stromabwärts des ersten Kompressors **262** gekoppelt ist und dazu konfiguriert ist, die Einlassluft weiter aufzuladen. Der zweite Kompressor **272** kann durch die Drehung der zweiten Turbine **274**, die mit dem Auslassdurchgang **248** stromaufwärts der ersten Turbine **264** gekoppelt ist, angetrieben werden.

[0027] Ein Turboladeraktuator **276**, der mit Turbolader-Aktuatorarmen **278** gekoppelt ist, ist zwischen den ersten Kompressor **262** und den zweiten Kompressor **272** gekoppelt. Der Turboladeraktuator **276** ist dazu konfiguriert, zu ermöglichen, dass der Kompressor unter Verwendung eines elektrohydraulischen Aktuators oder Elektromotors betrieben wird. Luft, die durch den ersten Kompressor (Niederdruck-Kompressor) **262** komprimiert wird, wird zum zweiten Kompressor (Hochdruck-Kompressor) **272** für eine weitere Kompression gelenkt.

Die komprimierte Einlassluft wird durch einen Ladeluftkühler **250** gekühlt, bevor sie zum Kraftmaschinen-Einlasskrümmer **202** zugeführt wird.

[0028] In der dargestellten Ausführungsform ist die Kraftmaschine **201** mit einem verzweigten Einlasskrümmer **202** konfiguriert, der zu zwei Reihen oder Gruppen von Zylindern **204**, **206** führt. Die erste Gruppe von Zylindern **204**, die auf der linken Seite des Einlasskrümmers **202** angeordnet ist, umfasst mehrere Zylinder **205a–d** (hier vier), während die zweite Gruppe von Zylindern **206**, die auf der rechten Seite des Einlasskrümmers **202** angeordnet ist, mehrere Zylinder **207a–d** (hier vier) umfasst. Einlassluft kann entlang des Einlassdurchgangs **242** von der Drosselklappe **252** (stromabwärts des Ladeluftkühlers **250**) in eine Y-Abzweigung **203** (oder ein Y-Rohr) des Einlasskrümmers **202** strömen. Ein erster Auslass **208** der Y-Abzweigung **203** kann Luft in die erste Gruppe von Zylindern **204** (hier den linken Einlasskrümmer) leiten, während ein zweiter Auslass **210** der Y-Abzweigung **203** Luft in die zweite Gruppe von Zylindern **206** (hier den rechten Einlasskrümmer) leiten kann. Die spezifische Anordnung der Zweige oder Auslässe der Y-Abzweigung kann derart sein, dass eine Längsachse jedes Auslasses auf bestimmte Zylinder der jeweiligen Zylindergruppe gerichtet ist. Im dargestellten Beispiel ist eine Längsachse des ersten Auslasses **208** der Y-Abzweigung **203** auf einen ersten Zylinder, den Zylinder **205a**, der von einem Endzylinder (hier Zylinder **205d**) entfernt angeordnet ist, gerichtet, während eine Längsachse des zweiten Auslasses **210** der Y-Abzweigung **203** auf einen zweiten Zylinder, den Zylinder **207a**, der von einem Endzylinder (hier Zylinder **207d**) entfernt angeordnet ist, gerichtet ist. Insbesondere verursacht die Anordnung des verzweigten Einlasskrümmers, dass die Zylinder **205a** und **207a** am nächsten zum jeweiligen Auslass der Y-Abzweigung angeordnet sind.

[0029] Der Einlasskrümmer **202** kann einen oder mehrere Sensoren, wie z. B. Temperatur-, Druck- und Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensoren umfassen. Der MAP-Sensor **244** und der Einlassluft-Temperatursensor (IAT-Sensor) **246** sind beispielsweise mit dem Einlasskrümmer **202** an der Y-Abzweigung **203** gekoppelt gezeigt.

[0030] Obwohl Kraftmaschinen-Einlasskrümmer typischerweise so ausgelegt sind, dass sie die Luft (und AGR) zu individuellen Zylindern gleichmäßig verteilen, kann die Anwesenheit von unkontrollierten Kohlenwasserstoffen im Einlassströmungsstrom eine ungleichmäßige Verteilung verursachen. Unkontrollierte Kohlenwasserstoffe können irgendwo vom Einlasssystem wie z. B. von stromaufwärts des Sensors **214**, die ganze Strecke zu einem aktiven Partikelfilter im Auslasssystem eintreten. Die unkontrollierten Kohlenwasserstoffe können beispielsweise Kohlenwasserstoffe von Kraftstoff, Kraftmaschinenöl und Kühlmittel umfassen. Beispielsweise kann ein Gemisch von überschüssigem Kraftstoff und Öl aus dem Kraftmaschinenkurbelgehäuse in den Einlassdurchgang **242** über ein Kurbelgehäuseentlüftungrohr **218** entlüftet werden. Der überschüssige Kraftstoff und das überschüssige Öl können in das Kurbelgehäuse aufgrund von Kraftstoff, der aus einem Hochdruck-Kraftstoffsystem, das Kraftstoff zu Einspritzdüsen zuführt, austritt, Öl, das von seltenen Ölwechseln eintritt, sowie Kraftstoff, der von einer häufigen Regeneration eines Abgaspartikelfilters eintritt, eintreten. Beispielsweise kann Öl in den Einlass aufgrund eines Öllecks in der Dichtung des Hochdruck-Turboladers **270** eintreten. Beispielsweise kann Kühlmittel in den Einlass vom AGR-Kühler **230** eintreten. Weitere Quellen eines Kohlenwasserstofflecks können Kraftstoffleckpfade im Zylinder, offen hängen gebliebene Einspritzdüsen, gerissene Einspritzdüsen, undichte Einspritzdüsen, Kühlerlecks, AGR-Kühlerlecks usw. umfassen.

[0031] Bei einer instationären Kraftmaschinenbedingung kann ein plötzlicher Ladungsandrang in die Kraftmaschinenzylinder Flüssigkeitseinschlüsse von unkontrolliertem Kohlenwasserstoff (UHC) verdrängen, was ein Spray von UHCs in der Gas-Flüssigkeits-Phase aufgrund der Fluidynamik, die mit Tröpfchenträgheit verbunden ist, ungleichmäßig in die Zylinder führt. Diese ungleichmäßige UHC-Verteilung verursacht ein Zylinderungleichgewicht. Fluidträgheit kann verursachen, dass bestimmte Zylinder, wie z. B. die Zylinder **205a**, **205d**, **207a** und **207d** der dargestellten Kraftmaschinenkonfiguration, leicht mehr Kohlenwasserstoffe als andere Zylinder aufnehmen. An sich variieren die betroffenen Zylinder weitgehend in Abhängigkeit von der Konstruktion und Konfiguration der Y-Abzweigung und des Einlasskrümmers des Kraftmaschinensystems.

[0032] Insbesondere krümmt sich in der dargestellten Kraftmaschinenkonfiguration der Einlass in den Einlasskrümmer **202** von rechts nach links ankommend (siehe Kurve des Einlassdurchgangs in der Nähe der Drosselklappe **252**). Folglich erhält die linke Seite des Einlasskrümmers (das heißt die erste Gruppe von Zylindern **204**) die meiste Menge an unkontrolliertem Kohlenwasserstofffluid (wie durch den Pfeil **290** angegeben). Da der Einlasskrümmer dann direkt entlang des Zylinderkopfs abbiegt, findet die meiste Kohlenwasserstofffluidansammlung anschließend am Ende des Krümmers statt, so dass der Zylinder **205d** schließlich das meiste Kohlenwasserstofffluid erhält. Außerdem erhält der Zylinder **205a** auch einen Anteil des Kohlenwasserstofffluids. Insbesondere lenkt die Wende/Kurve des Einlasskrümmers die Strömung ab, aber aufgrund der an dieser Stelle erzeugten Turbulenz besteht auch eine gewisse Strömung von Kohlenwasserstoffen, die in den Zylinder **205a** aufgenommen werden.

[0033] Da die unkontrollierten Kohlenwasserstoffe sich in einer Flüssigkeits-Dampf-Phase befinden und die Kraftstoffpartikel schwerer sind als Luft, werden sie gewöhnlich ungleichmäßig verteilt, wenn sie in die Kraftmaschinenzylinder aufgenommen werden. Mit Bezug auf die Beispiel-Kraftmaschinen-Ausführungsform von **Fig. 2**, setzen sich gewöhnlich irgendwelche Teilchen wie z. B. unkontrollierte Kohlenwasserstoffe von Kraftstoff und Öl, die in die Kraftmaschine aufgenommen werden, an den Zylindern **205a** und **207a** ab und sammeln sich dort an. Außerdem kann eine Ansammlung am Zylinder **205d** bestehen. Diese Ansammlung kann zu beträchtlichen Zylinderungleichgewichten und einer erhöhten Exothermie bei der Oxidation der unkontrollierten Kohlenwasserstoffe am Abgaskatalysator führen.

[0034] Insbesondere verursacht in Kompressionszündungskraftmaschinen (wie z. B. Dieselmotoren) die heterogene lokalisierte magere Verbrennung, dass die Kohlenwasserstoffe verbrennen, was Ruß und Wärme von der exothermen Reaktion erzeugt. Ebenso verursacht die ungleichmäßige Kohlenwasserstoffverteilung eine übermäßige Kurbelwellenbeschleunigung in einigen Zylindern. Die Kohlenwasserstoffe können beispielsweise innerhalb einer Brennkammer zünden und Kraftmaschinenüberdrehzahl- und Kraftmaschinenhochdrehbedingungen verursachen. Beispielsweise kann sich ein Zylinderausgleich auf eine Kraftstoffeinspritzdüsen-Erregungszeitkorrektur beziehen, die bei einem spezifischen Zylinder angewendet wird, um zu veranlassen, dass sich der festgelegte Zylinder wie die anderen Kraftmaschinenzylinder in seiner Fähigkeit, eine Spitzenkurbelwellenbeschleunigung zu erzeugen, verhält. Folglich wird festgestellt, dass ein Zylinder, der mehr als eine erwartete oder weniger als eine erwartete Kurbelwellenbeschleunigung erzeugt, ein Zylinderungleichgewicht aufweist. Wie hier ausgearbeitet, können Zylinderungleichgewichte auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen bestimmt werden. Durch Vergleichen der Spitzenbeschleunigung (das heißt der Kurbelwellenbeschleunigung, bei der der Spitzenzylinderdruck erreicht wird) jedes Zylinders mit einem modellierten Schwellenwert können beispielsweise Zylinderungleichgewichte detektiert werden. Diese gleichzeitig mit erhöhten Abgasexothermien detektierten Zylinderungleichgewichte spiegeln eine Kohlenwasserstoffoxidation wider, die sich aus einer unkontrollierten Kohlenwasserstoffansammlung am Kraftmaschineneinlass ergibt. Wenn sie unkontrolliert gelassen wird, kann sich die Ansammlung so weiter aufbauen und schließlich in andere Zylinder übergehen, was zu einer beträchtlichen Kraftmaschinenabnutzung führt.

[0035] Beispielsweise können, wenn eine größere Menge an Teilchen sich am Zylinder **205a** (auf der linken Seite des Kraftmaschineneinlasses) ansammelt, auf ein Zylinderungleichgewicht bezogene Probleme weitgehend an der zweiten Gruppe von Zylindern auf der rechten Seite des Einlasskrümmers auftreten. Beispielsweise können, wenn eine größere Menge an Teilchen sich am Zylinder **207a** (auf der rechten Seite des Kraftmaschineneinlasses) ansammelt, auf ein Zylinderungleichgewicht bezogene Probleme weitgehend an der ersten Gruppe von Zylindern auf der linken Seite des Einlasskrümmers auftreten.

[0036] Unkontrollierte Kohlenwasserstoffe können sich auch am Ladeluftkühler **252** ansammeln. Insbesondere wenn die verschiedenen Öl- und Kraftstofflecks in das Kurbelgehäuse auslaufen, nimmt das Kurbelgehäuseschmierölvolumen zu. Wenn das Volumen über das Kurbelwellenniveau zunimmt, mischt die rotierende Kurbelwelle den überschüssigen Kraftstoff und das überschüssige Öl mit Einlassluft in ein schäumendes Ölgemisch. Das Kurbelgehäuseentlüftungsröhr **218** kann dann das geschäumte Ölgemisch in den Einlassdurchgang **242** stromaufwärts der Turbolader-Kompressoren **262** und **272** transportieren. In dem Fall, dass Kühlmittel aus dem AGR-Kühler austritt und Öl aus der Turboladerdichtung austritt, können die unkontrollierten Kohlenwasserstoffe direkt von der jeweiligen Komponente in den Einlassdurchgang laufen. Die Kompression des Öl/Kraftstoff-Gemisches durch die Turbolader und der Durchgang durch den Ladungskühler verursacht, dass das unkontrollierte Kohlenwasserstoffdampfgemisch in verschiedenen Aussparungen des Einlasssystems kondensiert, insbesondere innerhalb des Ladeluftkühlers **252**. Während des stationären Kraftmaschinenbetriebs, wie z. B. während eines Fahrpedaltrittens, kann der plötzliche Andrang von Ladung in die Zylinder die Flüssigkeitseinschlüsse von unkontrollierten Kohlenwasserstoffen verdrängen, was ein Spray der Kohlenwasserstoffe in der Gas-Flüssigkeits-Phase ungleichmäßig in die Zylinder führt, weitgehend aufgrund der mit Tröpfchenträgheit verbundenen Fluidynamik. Wie vorstehend erörtert, kann die ungleichmäßige Verteilung ein Zylinderungleichgewicht verursachen. Teilweise verbrannte Kohlenwasserstoffe, die in das Auslasssystem eintreten, können eine unkontrollierte Oxidationsrate auslösen, was zu erhöhten Abgasexothermien (z. B. einem Temperaturanstieg von bis zu 65 Grad Celsius pro Sekunde innerhalb des Abgasoxidationskatalysators) führt.

[0037] Mit Rückkehr zu **Fig. 2** können Verbrennungsprodukte von der ersten Gruppe von Zylindern **204** in einen ersten Auslasskrümmer **212** abgegeben werden, während Verbrennungsprodukte von der zweiten Gruppe von Zylindern **206** in den zweiten Auslasskrümmer **214** abgegeben werden können. Zumindest ein Teil des Abgases kann verwendet werden, um die Turboladerturbinen zu drehen, bevor es in die Atmosphäre freigesetzt wird. Abgas kann beispielsweise von den Auslasskrümmern **212**, **214** durch eine zweite Turbine **274** über die Durchgänge **282**, **284** gelenkt werden.

[0038] Bei Bedingungen, bei denen eine Abgasrückführung angefordert wird (wie z. B. wenn eine Kraftmaschinenladungsverdünnung erforderlich ist), kann außerdem zumindest ein Teil des Abgases zum Kraftmaschineneinlass stromabwärts der Drosselklappe **252** über den AGR-Durchgang **231** zurück umgeleitet werden. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der AGR-Durchgang **231** Abgas vom zweiten Auslasskrümmer **214** umleitend gezeigt, obwohl zu erkennen ist, dass das Abgas bei alternativen Ausführungsformen vom ersten Auslasskrümmer **212** und/oder von beiden Auslasskrümmern **212** und **214** umgeleitet werden kann. Der AGR-Durchgang kann eine Abgasreinigungsvorrichtung wie z. B. einen Oxidationskatalysator **232** zum Behandeln des Abgases, das zu den Kraftmaschinenzylindern zurückgeführt wird, umfassen. Ein oder mehrere AGR-Kühler wie z. B. ein erster (horizontaler) AGR-Kühler **236** und ein zweiter (vertikaler) AGR-Kühler **238** können im AGR-Durchgang **231** zum Kühlen des Abgases vor der Lieferung zu den Zylindern enthalten sein, wodurch die Vorteile der gekühlten AGR für die Kraftmaschine bereitgestellt werden. Durch Einstellen einer Öffnung des AGR-Ventils **247** kann die Menge an Abgas, das zum Kraftmaschineneinlass zurückgeführt wird, eingestellt werden. Ein oder mehrere Sensoren, wie z. B. Temperatur-, Druck- und/oder Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensoren können mit dem AGR-System zum Steuern einer Menge, eines Zeitpunkts, einer Zusammensetzung sowie einer Temperatur des zum Kraftmaschineneinlass umgeleiteten Abgases gekoppelt sein. Beispielsweise kann ein erster AGR-Einlasssensor **230** (Temperatur- oder Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensor) stromaufwärts eines Einlasses des AGR-Durchgangs **231** gekoppelt sein, während ein zweiter AGR-Auslasssensor **240** (Temperatur- oder Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensor) stromaufwärts eines Auslasses des AGR-Durchgangs **231** gekoppelt sein kann, wie z. B. stromaufwärts des AGR-Ventils **240**. Beispielsweise kann ein Abgasdrucksensor **245** im AGR-Durchgang **231** enthalten sein.

[0039] Wie hier mit Bezug auf das Modell von **Fig. 3** und die Routinen von **Fig. 4–Fig. 5** ausgearbeitet, kann eine Kraftmaschinensteuereinheit dazu konfiguriert sein, eine Kohlenwasserstoffoxidation auf der Basis einer erhöhten Abgasexothermie zu bestimmen, und auf der Basis der Detektion von Zylinderungleichgewichten, während die Abgasexothermie erhöht ist, kann die Steuereinheit eine Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass schlussfolgern. Folglich kann die Steuereinheit eine oder mehrere Handlungen durchführen, einschließlich des Begrenzens einer Kraftmaschinen-drehzahl und -last, um eine weitere Ansammlung und Freisetzung von Kohlenwasserstoffen in den Einlass zu verringern. Dabei kann das einsetzende Zylinderungleichgewicht angegangen werden und weitere Zylinderungleichgewichte und eine potentielle Kraftmaschinenabnutzung aufgrund der sich ansammelnden Kohlenwasserstoffe kann verringert werden. Außerdem kann die Abnutzung von Auslasssystemkomponenten wie z. B. Oxidationskatalysatoren und Partikelfiltern aufgrund der erhöhten Abgasexothermie auch verringert werden.

[0040] Wenn man sich nun **Fig. 3** zuwendet, zeigt sie eine schematische Darstellung (oder ein Blockdiagramm) eines Verfahrens **300** zum Detektieren der Aufnahme von Kohlenwasserstoffen in einem Kraftmaschineneinlass und zum schnellen Reagieren auf die Aufnahme, um eine kritische Kraftmaschinenabnutzung zu mildern. So ist das Verfahren von **Fig. 3** eine Blockdiagrammdarstellung des in den Routinen von **Fig. 4–Fig. 5** verwendeten Algorithmus.

[0041] Das Verfahren **300** umfasst eine Überwachungsvorrichtung **302** für stationäre Betriebsbedingungen zum kontinuierlichen Detektieren und Abschätzen von stationären Kraftmaschinenbetriebsbedingungen. Außerdem ist eine Überwachungsvorrichtung **304** für instationäre Zustände zum kontinuierlichen Detektieren und Abschätzen von instationären Kraftmaschinenbetriebsbedingungen vorgesehen. Die Überwachungsvorrichtung **304** für instationäre Zustände umfasst eine dynamische Verzögerungskompensation und ein dynamisch eingestelltes Bemessungsfenster, in dem die instationären Bedingungen bewertet werden. Das Fenster (z. B. die Start- und Endpunkte des Fensters, in dem die Überwachung stattfindet) basieren zumindest auf dem Ausmaß an Fahrpedaltreten (z. B. auf der Basis der Fahrpedalbewegung während eines Fahrpedaltretens). Die dynamische Verzögerungskompensation ermöglicht die gleichzeitige gewichtete Überwachung von Zylinderungleichgewichten und Abgasexothermien, um die Detektion der Kohlenwasserstoffaufnahme zu beschleunigen. Das dynamisch angepasste Fenster ist ein Fenster, in dem instationäre Zylinderungleichgewichtsdaten gemessen werden und dynamisch auf der Basis der instationären Kraftmaschinenbedingungen eingestellt werden können. Wenn beispielsweise die instationäre Bedingung ein Fahrpedaltreten ist, kann das Fenster auf der Luftmassenströmung, der Änderungsrate der Luftmassenströmung und/oder dem Ausmaß an Fahrpedaltreten (wie durch die Fahrpedalbewegung während des Fahrpedaltretens bestimmt) basieren.

[0042] Verschiedene Rauschfiltertechniken werden verwendet, um die Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten zu analysieren, um Rauschfaktoren wie z. B. Fehlzündung, Feuchtigkeit, Kraftstoffqualität zu beseitigen. Diese Filtertechniken können beispielsweise Rauschausmusterungsstrategien, Rauschfiltertechniken wie z. B. Entprellalgorithmen, Abweichungsakkumulationszähler usw. umfassen. Die Funktion des Entprellalgorithmus besteht darin, die Zeit zum Setzen eines Fehlers in Abhängigkeit von der Größe des Fehlers zu beschleunigen.

Wenn das Zylinderungleichgewicht und/oder die Exothermie hoch sind, dann wird das Fehlerflag früher gesetzt. Außerdem begrenzt der Entprellalgorithmus einen Maximalwert des Zählers und setzt den Zähler auf null zurück, wenn Eintrittsbedingungen nicht erfüllt sind. Dies ermöglicht eine angemessene Gewichtung des Fehlers, bevor ein Fehlerflag gesetzt wird. In dieser Weise wird ein verbesserter Zylinderungleichgewichtsalgorithmus geschaffen, der unter instationären Kraftmaschinenbedingungen zusätzlich zu Leerlaufzustandsbedingungen arbeitet.

[0043] Daten, die jede der instationären Zustandsbedingungen, wie durch die Überwachungsvorrichtung **304** für instationäre Zustände bestimmt, und die stationären Bedingungen, wie durch die Überwachungsvorrichtung **302** für stationäre Zustände bestimmt, betreffen, können parallel in einen Messblock **306** für unbeabsichtigte Exothermie auf Modellbasis und einen Zylinderungleichgewichts-Messblock **308** auf Modellbasis eingespeist werden. Das im Zylinderungleichgewichts-Messblock **308** auf Modellbasis verwendete Modell kann auf Kraftmaschinenbetriebsparametern, wie z. B. Kraftmaschinendrehzahl, eingespritztem Kraftstoff, Luftmassenströmung (MAF) und Einlasslufttemperatur (IAT), basieren. Zumindest auf der Basis dieser Parameter kann das Modell das Ausmaß an Kolbenbeschleunigung bestimmen.

[0044] Die Ausgabe von jedem der Blöcke **306** und **308** wird parallel zu einer Überwachungsvorrichtung **312** für gewichteten stationären unkontrollierten Kohlenwasserstoff (UHC) und eine Überwachungsvorrichtung **310** für gewichteten instationären UHC eingespeist. Auf der Basis des Vergleichs zwischen den Überwachungsrichtungen **310**, **312** kann ein Fehlerzustand **314** identifiziert werden. Insbesondere kann in Reaktion auf eine durch das Modell **306** detektierte Exothermie und ein durch das Modell **308** detektiertes Zylinderungleichgewicht während stationärer Bedingungen die Überwachungsvorrichtung **312** für gewichteten stationären UHC eine Kohlenwasserstoffaufnahme im Kraftmaschineneinlass und eine Kohlenwasserstoffoxidation im Kraftmaschinenauslass während stationärer Bedingungen detektieren. Ebenso kann in Reaktion auf eine Exothermie, die durch das Modell **306** detektiert wird, und ein Zylinderungleichgewicht, das durch das Modell **308** detektiert wird, während instationärer Bedingungen die Überwachungsvorrichtung **310** für gewichteten instationären UHC eine Kohlenwasserstoffaufnahme am Kraftmaschineneinlass und eine Kohlenwasserstoffoxidation im Kraftmaschinenauslass während instationärer Bedingungen bestimmen. Durch Vergleichen der Ausgaben der Überwachungsrichtungen **310** und **312** kann ferner ein Fehlerzustand **314** bestimmt werden und ein Flag kann gesetzt werden. Unter Verwendung und durch Vergleichen von Daten, die während instationärer sowie stationärer Bedingungen empfangen werden, können sogar geringfügige Zylinderungleichgewichte und Abgasexothermien besser detektiert werden. Außerdem können die Zylinderungleichgewichtsdaten mit den Abgasexothermiedaten mit einem höheren Grad an Vertrauen korreliert werden, wodurch die Detektion der Kohlenwasserstoffaufnahme verbessert wird. Durch Verbessern der Genauigkeit und Robustheit der Detektionsstrategie kann die Kohlenwasserstoffaufnahme detektiert und angegangen werden, bevor sich Kohlenwasserstoffe im Kraftmaschineneinlass auf Niveaus ansammeln, die zu einer beträchtlichen Kraftmaschinenkomponentenabnutzung führen können.

[0045] In Reaktion auf die Detektion des Fehlerzustandes **314** kann eine Abhilfestrategie **316** durchgeführt werden, die auf einer Mehrereignis- oder Mehrantriebszyklus-Überwachung basiert. Die Mehrantriebszyklus-Überwachung umfasst die Fähigkeit, einen Fehlerzustand **314** über mehrere Antriebszyklen zu überwachen, bevor Milderungs-FMEM-Handlungen wie z. B. Herabsetzen des Drehmoments eingeleitet werden. Die Störungsbehebung kann auch zum fortschreitenden Abhelfen über mehrere Antriebszyklen kalibriert sein, so dass eine Störung schnell festgestellt werden kann, wenn der Fehlerzustand zu häufig ist. Die Abhilfestrategie umfasst verschiedene Kraftmaschinenabnutzungs-Milderungsschritte sowie Ausfallmodell- und Ausfalleffektmanagementhandlungen (FMEM-Handlungen) **318**. Handlungen, die als Teil der Abhilfestrategie durchgeführt werden, umfassen das Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last. Beispielsweise wird die Kraftmaschinendrehzahl und -last durch Verringern der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder, einschließlich des Kraftmaschinenzylinders, in dem ein Ungleichgewicht (z. B. Kraftmaschinenüberdrehzahl) detektiert wurde, sowie anderer Zylinder, die noch kein Zylinderungleichgewicht aufweisen, begrenzt. Die Kraftmaschinendrehzahlverringern verringert die Kurbelgehäuseschäumung und erhöht die Toleranz der Kraftmaschine gegenüber einer Kurbelgehäuseüberfüllung. Außerdem ermöglicht das Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -lasten, dass Spitzenzylinderdrücke verringert werden. Beispielsweise können die Kraftmaschinendrehzahl und -last durch Verringern der Öffnung der Drosselklappe, Verringern des Ausmaßes an Kraftmaschinenaufladung, Erhöhen der Menge an AGR usw. weiter begrenzt werden.

[0046] Zusätzliche Abhilfestrategieschritte umfassen das Erhöhen der Kraftmaschinentemperatur, um einige der angesammelten Kohlenwasserstoffe freizusetzen. Insbesondere ermöglicht die gesteuerte Verbrennung von angesammelten Kohlenwasserstoffen, dass eine Zylinderbeschädigung verringert und/oder eingedämmt wird. Weitere Abhilfestrategieschritte umfassen das Alarmieren des Fahrzeugfahrers, so dass der Fahrer das

Fahrzeug zu einem Wartungszentrum für eine weitere Bewertung bringen kann. Der Fahrzeugfahrer kann unter Verwendung einer Verbundmeldung, die auf einem Armaturenbrett-Anzeigebildschirm angezeigt wird, oder über die Aktivierung eines Funktionsstörungsanzeigelichts (oder Schraubenschlüssellichts) alarmiert werden. Weiterhin können verschiedene Diagnosecodes gesetzt werden, die von einer Wartungsperson im Wartungszentrum abgerufen und für eine bessere Nachvollziehbarkeit des Kohlenwasserstoffaufnahmeproblems verwendet werden können.

[0047] Wenn man sich nun **Fig. 4** zuwendet, stellt das Verfahren **400** eine Routine zum kontinuierlichen Bewerten und Überwachen von Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten und Abgastemperaturdaten während stationärer und instationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen dar, um eine Kohlenwasserstoffaufnahme an einem Kraftmaschineneinlass zuverlässig zu detektieren und anzugeben. Milderungsschritte, die in Reaktion auf die Angabe durchgeführt werden können, um die Kraftmaschinenabnutzung zu verringern, sind in der Routine von **Fig. 5** ausgearbeitet. So verwenden die Routinen von **Fig. 4 – Fig. 5** die vorher in **Fig. 3** eingeführten Algorithmen.

[0048] Bei **402** umfasst das Verfahren das Abschätzen und/oder Messen von Kraftmaschinenbetriebsbedingungen. Diese umfassen beispielsweise die Kraftmaschinendrehzahl und -last, die Fahrerdrehmomentanforderung, die Abgastemperatur, die Abgaskatalysatortemperatur, den Aufladepiegel, Umgebungsbedingungen (Umgebungstemperatur, -druck, -feuchtigkeit usw.), den Krümmerdruck, die Krümmerluftströmung usw.

[0049] Bei **404** kann festgestellt werden, ob instationäre Kraftmaschinenbedingungen vorliegen. Beispielsweise können instationäre Kraftmaschinenbedingungen festgestellt werden, wenn eine Änderungsrate der Luftmassenströmung höher ist als eine Schwellenrate, wie z. B. während eines Fahrpedaltretens oder Fahrpedal löSENS. Wenn instationäre Bedingungen nicht bestätigt werden, dann umfasst die Routine bei **424** das Feststellen, ob stationäre Kraftmaschinenbedingungen vorliegen. Beispielsweise können stationäre Kraftmaschinenbedingungen festgestellt werden, wenn die Änderungsrate in der Luftmassenströmung niedriger ist als eine Schwellenrate. Beispielsweise können stationäre Kraftmaschinenbedingungen festgestellt werden, wenn sich die Kraftmaschine auf einer Kraftmaschinenleerlaufdrehzahl befindet.

[0050] Nach dem Bestätigen von instationären Bedingungen können bei **406** Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern bestimmt werden. Ebenso können nach der Bestätigung von stationären Bedingungen bei **426** Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern festgestellt werden. Insbesondere werden die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen in einem ersten Fenster abgeschätzt, wenn sich die Kraftmaschine unter stationären Bedingungen befindet, und in einem zweiten, anderen Fenster abgeschätzt, wenn sich die Kraftmaschine in instationären Bedingungen befindet. So kann das zweite Fenster während der instationären Kraftmaschinenbedingungen auf der Basis zumindest der Luftmassenströmung oder der Änderungsrate der Luftmassenströmung während der instationären Kraftmaschinenbedingung dynamisch eingestellt werden. Demgegenüber kann das erste Fenster darauf basieren, dass die Kraftmaschinendrehzahl und -last stabil sind. Zusätzlich zu Eintrittsbedingungen, die spezifische Fenster für stationäre und instationäre Bedingungen definieren, kann ein Kernsatz von Eintrittsbedingungen, die auf der Fahrzeuggeschwindigkeit, Umgebungstemperatur, Kühlmitteltemperatur, dem PTO-Zustand, Eingangsfehlerzuständen usw. basieren, zum Bestimmen sowohl des ersten Fensters während stationärer Bedingungen als auch des zweiten Fensters während der instationären Bedingungen angewendet werden. Die Fenster können beispielsweise in Abhängigkeit von dem Grad des Zylinderungleichgewichts und dem Betrag der Exothermie breiter oder schmaler sein. Für dasselbe Niveau eines Fehlerzustandes kann beispielsweise das erste Fenster kleiner sein als das zweite Fenster.

[0051] Verschiedene Rauschfiltertechniken und -algorithmen können verwendet werden, um die Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten in jedem Fenster zu filtern. Die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern im ersten Fenster können beispielsweise während der stationären Bedingungen entprellt werden. Ebenso können die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern im zweiten Fenster während der instationären Bedingungen entprellt werden.

[0052] Bei **408** kann auf der Basis der Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten, die während der instationären Bedingungen (bei **406**) abgeschätzt werden, das Zylinderungleichgewicht bestimmt werden. Ebenso kann bei **428** auf der Basis der Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten, die während der stationären Bedingungen (bei **426**) abgeschätzt werden, das Zylinderungleichgewicht bestimmt werden. Beispielsweise umfasst die Kraftmaschine unterschiedliche Reihen, in denen Zylinder gruppiert sind, wie z. B. eine erste Reihe mit einer ersten Zylindergruppe und eine zweite Reihe mit einer zweiten Zylindergruppe. Dabei wird das Zylinderungleichgewicht auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern

von jeder der ersten und der zweiten Gruppe von Zylindern bestimmt, wobei die Kurbelwellenbeschleunigung während jeder der stationären Kraftmaschinenbedingungen und der instationären Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt wird.

[0053] Beispielsweise kann der Zylinderausgleich als Kraftstoffeinspritzdüsen-Erregungszeitkorrektur abgeschätzt werden, die für einen Zylinder erforderlich ist, um zu veranlassen, dass sich dieser Zylinder wie andere Kraftmaschinenzylinder verhält in seiner Fähigkeit, eine Spitzen-Kurbelwellenbeschleunigung zu erzeugen. Wenn ein Zylinder eine Kurbelwellenbeschleunigung relativ zu den anderen Zylindern (wie z. B. den anderen Zylindern in derselben Gruppe) zu viel erzeugt oder zu wenig erzeugt, kann ein Zylinderungleichgewicht festgestellt werden. Wenn das Zylinderungleichgewicht bei **408** oder **428** nicht festgestellt wird, kann die Routine enden.

[0054] Wenn das Zylinderungleichgewicht bei **408** auf der Basis der Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen im zweiten Kurbelwinkelfenster bestimmt wird, dann kann die Steuereinheit bei **416** ein Flag oder einen Diagnosecode setzen, um eine Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass während der instationären Bedingungen anzugeben. Insbesondere kann das Flag angeben, dass eine Kohlenwasserstoffansammlung am Kraftmaschineneinlass während der instationären Bedingungen eine zulässige Grenze überschritten hat, wie durch ein Modell bestimmt. Wenn das Zylinderungleichgewicht bei **428** auf der Basis der Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen im ersten Kurbelwinkelfenster festgestellt wird, dann kann die Steuereinheit ebenso bei **436** ein Flag oder einen Diagnosecode setzen, um eine Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass während der stationären Bedingungen anzugeben. Insbesondere kann das Flag angeben, dass die Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass während der stationären Bedingungen eine zulässige Grenze überschritten hat, wie durch ein Modell bestimmt. So kann das Flag oder der Diagnosecode, der verwendet wird, um die Kohlenwasserstoffansammlung während der instationären Bedingungen anzugeben, von dem Flag oder Diagnosecode verschieden sein, der verwendet wird, um die Kohlenwasserstoffansammlung während der stationären Bedingungen anzugeben. Die modellierten Werte, gegen die die Kohlenwasserstoffansammlung bei **436** während stationärer Bedingungen bewertet wird, kann als Funktion der Kraftmaschinendrehzahl und Umgebungstemperatur bestimmt werden.

[0055] Parallel zu den Schritten **406** und **408** kann bei **410** festgestellt werden, ob ein Partikelfilter regeneriert wird. Ebenso kann parallel zu den Schritten **426** und **428** bei **430** festgestellt werden, ob der Partikelfilter regeneriert wird. So kann der Kraftmaschinenauslass eine oder mehrere Abgasreinigungsvorrichtungen wie z. B. einen Partikelfilter und einen Abgasoxidationskatalysator, der stromaufwärts des Partikelfilters angeordnet ist, umfassen. Bei Bedingungen, unter denen der Partikelfilter regeneriert wird, kann eine Abgastemperatur an der Abgasreinigungsvorrichtung aktiv erhöht werden, um Ruß und Partikelmaterial, das sich am Partikelfilter ansammelt, abzubrennen. Um zu ermöglichen, dass erhöhte Exothermien, die aufgrund der aktiven Filterregeneration erfahren werden, von jenen unterschieden werden, die aufgrund von Kohlenwasserstoffaufnahme verursacht werden, geht die Routine folglich nur nach dem Bestätigen, dass Bedingungen ohne Regeneration vorliegen, weiter.

[0056] Bei **412** und **432** wird die Abgasexothermie während instationärer bzw. stationärer Bedingungen abgeschätzt. Die Abgasexothermie kann während des ersten Fensters während der stationären Bedingungen und während des zweiten Fensters während der instationären Bedingungen abgeschätzt werden. Die Exothermie kann auf einer Abgastemperaturdifferenz über dem Abgasoxidationskatalysator basieren. Bei **412** wird folglich die Abgastemperaturdifferenz über dem Abgasoxidationskatalysator während instationärer Kraftmaschinenbedingungen im zweiten Fenster abgeschätzt, wenn der Partikelfilter nicht regeneriert wird. Ebenso wird bei **432** die Abgastemperaturdifferenz über dem Abgasoxidationskatalysator während stationärer Kraftmaschinenbedingungen im ersten Fenster abgeschätzt, wenn der Partikelfilter nicht regeneriert wird. Als nächstes kann bei **414** und **434** festgestellt werden, ob eine erhöhte Exothermie besteht. Beispielsweise kann festgestellt werden, ob die abgeschätzte Abgastemperaturdifferenz über dem Abgasoxidations-katalysator höher ist als eine Schwellendifferenz.

[0057] So kann die Routine enden, wenn keine erhöhte Exothermie bestätigt wird. Demgegenüber setzt, wenn eine erhöhte Exothermie im ersten Fenster während stationärer Bedingungen oder während des zweiten Fensters während instationärer Bedingungen festgestellt wird, dann die Steuereinheit bei **416** und **436** ein geeignetes Flag oder einen geeigneten Diagnosecode, um anzugeben, dass die Kohlenwasserstoffansammlung eine zulässige Grenze überschritten hatte.

[0058] Obwohl die obigen Schritte die Identifikation einer Kohlenwasserstoffaufnahme im Kraftmaschineneinlass während instationärer Bedingungen oder stationärer Bedingungen auf der Basis entweder eines Zylinde-

rungleichgewichts oder einer erhöhten Exothermie in einem definierten Kurbelwinkelfenster ausarbeiten, kann die Angabe der Kohlenwasserstoffaufnahme auch auf der Basis des gleichzeitigen Auftretens des Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Exothermie in den definierten Fenstern durchgeführt werden. Insbesondere können Zylinderungleichgewichtsvariationen aufgrund von verschiedenen Faktoren wie z. B. Kraftstoffeinspritzdüsenvariationen, Zylinderladungsvariationen, Fehlzündungen und der Aufnahme von Kohlenwasserstoffen (wie z. B. Kraftstoff und/oder Öl) verursacht werden. Ebenso können erhöhte Abgasexothermien aufgrund von verschiedenen Faktoren verursacht werden. Hier haben die Erfinder erkannt, dass durch Korrelieren von Zylinderungleichgewichten mit erhöhten Abgasexothermien Zylinderungleichgewichte, die aufgrund von Kraftstoffeinspritzdüsenvariationen oder Fehlzündungen verursacht werden, besser von jenen unterschieden werden können, die durch Kohlenwasserstoffaufnahme verursacht werden, wodurch ermöglicht wird, dass geeignete Milderungsschritte unternommen werden. Dies umfasst das Ermöglichen, dass die Kohlenwasserstoffaufnahme früher und/oder genauer detektiert wird.

[0059] Nach der Bestimmung eines Zylinderungleichgewichts während instationärer Bedingungen bei **408** kann die Routine beispielsweise optional zu **414** weitergehen, um festzustellen, ob gleichzeitig eine erhöhte Exothermie im gleichen Fenster aufgetreten ist. Wenn ja, dann kann bei **416** in Reaktion auf das gleichzeitige Auftreten des Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Abgasexothermie die Kohlenwasserstoffaufnahme festgestellt werden und die Steuereinheit kann das Flag setzen, um anzugeben, dass die Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass während instationärer Bedingungen eine zulässige Grenze überschritten hat, wie durch ein Modell bestimmt. Beispielsweise kann nach der Bestimmung einer erhöhten Exothermie während instationärer Bedingungen bei **414** die Routine optional zu **408** weitergehen, um festzustellen, ob gleichzeitig ein Zylinderungleichgewicht im gleichen Fenster aufgetreten ist. Wenn ja, dann kann bei **416** die Steuereinheit das Flag setzen, um die Kohlenwasserstoffaufnahme am Kraftmaschineneinlass während der instationären Bedingungen anzugeben. Hier ist zu erkennen, dass das Setzen des Flags, um die Kohlenwasserstoffaufnahme anzugeben, in Reaktion auf das gleichzeitige Auftreten eines Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Exothermie im Vergleich zum Setzen eines Flags in Reaktion auf entweder ein Zylinderungleichgewicht oder eine erhöhte Exothermie früher stattfinden kann.

[0060] In derselben Weise kann die Routine nach der Bestimmung des Zylinderungleichgewichts während stationärer Bedingungen bei **428** wahlweise zu **434** weitergehen, um festzustellen, ob eine erhöhte Exothermie im gleichen Fenster gleichzeitig aufgetreten ist. Wenn ja, dann kann bei **436** in Reaktion auf das gleichzeitige Auftreten des Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Abgasexothermie die Kohlenwasserstoffaufnahme bestimmt werden und die Steuereinheit kann das Flag setzen, um anzugeben, dass die Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass während stationärer Bedingungen eine zulässige Grenze überschritten hat, wie durch ein Modell bestimmt. Beispielsweise kann nach der Bestimmung einer erhöhten Exothermie während stationärer Bedingungen bei **434** die Routine wahlweise zu **428** weitergehen, um festzustellen, ob ein Zylinderungleichgewicht gleichzeitig im gleichen Fenster aufgetreten ist. Wenn ja, dann kann die Steuereinheit bei **436** das Flag setzen, um eine Kohlenwasserstoffaufnahme im Kraftmaschineneinlass während der stationären Bedingungen anzugeben. Hier ist zu erkennen, dass das Setzen des Flags, um die Kohlenwasserstoffaufnahme anzugeben, in Reaktion auf das gleichzeitige Auftreten eines Zylinderungleichgewichts und einer erhöhten Exothermie im Vergleich zum Setzen eines Flags in Reaktion auf entweder ein Zylinderungleichgewicht oder eine erhöhte Exothermie früher stattfinden kann.

[0061] Es ist zu erkennen, dass die Gewichtung der Zylinderungleichgewichtsdaten und der Abgasexothermiedaten beim Bestimmen einer Kohlenwasserstoffaufnahme bei Bedingungen, wenn beide bewertet werden, auf der Basis dessen unterschiedlich sein kann, ob das Zylinderungleichgewicht während instationärer Bedingungen oder stationärer Bedingungen detektiert wurde. Beispielsweise kann das Angeben auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen und Abgastemperaturdifferenzen das Gewichten der Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen mit einem ersten Gewichtungsfaktor und das Gewichten der Abgastemperaturdifferenzen mit einem zweiten, anderen Gewichtungsfaktor umfassen, wobei der erste und der zweite Gewichtungsfaktor zumindest darauf basieren, ob die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen während instationärer Bedingungen oder stationärer Bedingungen abgeschätzt wurden.

[0062] Nach dem Angeben einer Kohlenwasserstoffansammlung am Kraftmaschineneinlass in Reaktion auf ein Zylinderungleichgewicht und/oder eine erhöhte Kraftmaschinenabgasexothermie, die auf eine Kohlenwasserstoffoxidation hinweist, können ein oder mehrere Milderungsschritte bei **416** und **436** durchgeführt werden. Wie in **Fig. 5** ausgearbeitet, können diese beispielsweise das Begrenzen einer Kraftmaschinendrehzahl und -last umfassen, um die Kohlenwasserstoffansammlung am Kraftmaschineneinlass zu verringern.

[0063] Wenn man sich nun **Fig. 5** zuwendet, stellt das Verfahren **500** eine Routine zum Durchführen von verschiedenen Milderungsschritten in Reaktion auf eine Angabe einer Kohlenwasserstoffaufnahme während instationärer oder stationärer Kraftmaschinenbedingungen dar. Die Kohlenwasserstoffaufnahme kann auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen (oder eines Zylinderungleichgewichts) zwischen Zylindern bestimmt werden, die erfahren werden, während eine Abgasexothermie während der instationären oder stationären Kraftmaschinenbedingungen erhöht ist.

[0064] Bei **502** umfasst die Routine das Erhöhen einer Kraftmaschinentemperatur, um die im Kraftmaschineneinlass angesammelten Kohlenwasserstoffe freizusetzen. Hier ermöglicht die gesteuerte Verbrennung der aufgenommenen Kohlenwasserstoffe, dass die Kohlenwasserstofflast im Kraftmaschineneinlass verringert wird und weitere Zylinderungleichgewichte auch verringert werden.

[0065] Bei **504** umfasst die Routine das Begrenzen einer Kraftmaschinendrehzahl und -last. Insbesondere umfasst die Begrenzung das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder. Beispielsweise, in dem die Kraftmaschine einen ersten und einen zweiten Zylinder umfasst, kann die Kohlenwasserstoffansammlung im ersten Zylinder auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen dem ersten Zylinder und einem zweiten Zylinder angegeben werden, während Abgastemperaturdifferenzen über einem Abgaskatalysator über einem Schwellenwert liegen. In Reaktion darauf kann die Kraftstoffeinspritzung in jeden des ersten und des zweiten Zylinders begrenzt werden, um die Kraftmaschinendrehzahl und -last zu verringern. Durch Verringern der Kraftmaschinendrehzahl wird hier die Kraftmaschinen-Kurbelgehäuseschäumung, die zu einer Kohlenwasserstoffaufnahme führen kann, verringert.

[0066] Ein Grad der Begrenzung basiert darauf, ob Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen während instationärer Kraftmaschinenbedingungen oder stationärer Kraftmaschinenbedingungen identifiziert wurden. Die Begrenzung kann beispielsweise das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder (z. B. des ersten und des zweiten Zylinders im obigen Beispiel) um eine erste, größere Menge, wenn sich die Kraftmaschine unter stationären Bedingungen befindet, und das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder (z. B. des ersten und des zweiten Zylinders im obigen Beispiel) um eine zweite, kleinere Menge, wenn sich die Kraftmaschine unter instationären Bedingungen befindet, umfassen. Außerdem kann die Menge der Begrenzung auf dem Grad des Zylinderungleichgewichts und dem Grad der Erhöhung der erhöhten Abgasexothermie basieren.

[0067] Bei **506** umfasst die Routine ferner das Setzen eines Diagnosecodes und das Erleuchten eines Funktionsstörungslichts, um die Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass anzugeben. Beispielsweise können verschiedene Diagnosecodes auf der Basis dessen gesetzt werden, ob die Angabe der Kohlenwasserstoffaufnahme während instationärer Bedingungen oder stationärer Bedingungen empfangen wurde. Das Funktionsstörungslicht kann beispielsweise ein Schraubenschlüssellicht sein. Außerdem kann das Licht von einer Verbundnachricht begleitet sein, die auf einem Armaturenbrettbildschirm (oder einer Armaturenbretttafel) angezeigt wird, um den Fahrzeugfahrer aufmerksam zu machen. Das Licht und die Nachrichten können verwendet werden, um den Fahrzeugfahrer zu alarmieren, das Fahrzeug zu einem Wartungszentrum für eine weitere Wartung zu bringen. Durch Alarmieren des Fahrzeugfahrers, das Fahrzeug so bald wie möglich warten zu lassen, wird eine primäre Kraftmaschinenabnutzung aufgrund der Aufnahme von Kohlenwasserstoffen verringert. Außerdem kann eine sekundäre Kraftmaschinenabnutzung durch das Zylinderungleichgewicht und die erhöhte Exothermie verringert werden.

[0068] Beispielsweise kann eine Steuereinheit während einer ersten stationären Kraftmaschinenbedingung eine Kohlenwasserstoffansammlung (HC-Ansammlung) in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern und einer erhöhten Abgasexothermie, die in einem ersten Fenster während der stationären Bedingung abgeschätzt werden, angeben. Während einer zweiten instationären Kraftmaschinenbedingung kann die Steuereinheit eine HC-Ansammlung in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern und einer erhöhten Abgasexothermie, die in einem zweiten Fenster während der instationären Bedingung abgeschätzt werden, angeben. Während sowohl der ersten als auch der zweiten Bedingung kann die Steuereinheit die Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder in Reaktion auf die Angabe begrenzen.

[0069] Hier basiert das erste Fenster während der stationären Bedingung auf der Kraftmaschinendrehzahl und dem Kraftmaschinendrehmoment (wie z. B. stabile Kraftmaschinendrehzahl und stabiles Kraftmaschinendrehmoment) und das zweite Fenster während der instationären Bedingung basiert auf Fahrpedalritten. Das erste Fenster kann beispielsweise breiter sein als das zweite Fenster. Die Steuereinheit kann auch eine umfangreiche Rauschfilterung in jedem Fenster durchführen. Die Steuereinheit kann beispielsweise die Kurbelwellen-

Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern im ersten Fenster während der ersten stationären Bedingung entprellen und die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern im zweiten Fenster während der zweiten instationären Bedingung entprellen.

[0070] Die Begrenzung der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder in Reaktion auf die Angabe kann das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung mit einem ersten Gewichtungsfaktor, wenn die Angabe während einer stationären Kraftmaschinenbedingung empfangen wurde, und das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung mit einem zweiten Gewichtungsfaktor, wenn die Angabe während einer instationären Kraftmaschinenbedingung empfangen wurde, umfassen, wobei der erste Gewichtungsfaktor höher ist als der zweite Gewichtungsfaktor. Die Steuereinheit kann beispielsweise die Kraftstoffeinspritzung um eine erste, größere Menge für alle Kraftmaschinenzylinder während der ersten stationären Bedingung begrenzen, und die Kraftstoffeinspritzung um eine zweite, größere Menge in alle Kraftmaschinenzylinder während der zweiten instationären Bedingung begrenzen. Außerdem kann die Menge an Begrenzung auf dem Grad des Zylinderungleichgewichts und dem Grad der Erhöhung der erhöhten Abgasexothermie basieren.

[0071] Beispielsweise kann während eines ersten Fahrpedaltretens die Steuereinheit eine HC-Ansammlung in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern und einer Abgasexothermie, die in einem ersten Fenster abgeschätzt wird, angeben, wohingegen während eines zweiten Fahrpedaltretens die HC-Ansammlung in einem Kraftmaschineneinlass auf der Basis von Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen Zylindern und einer Abgasexothermie, die in einem zweiten, anderen Fenster abgeschätzt wird, angegeben wird. Während sowohl des ersten als auch des zweiten Fahrpedaltretens kann dann ein Entprellzähler inkrementiert werden. Wenn der Entprellzähler über einem modellierten Schwellenwert liegt, kann die Kraftstoffeinspritzung dann für alle Kraftmaschinenzylinder in Reaktion auf die Angabe begrenzt werden.

[0072] Hier kann der Start des ersten Fensters auf einer Änderungsrate der Luftmassenströmung durch die Kraftmaschine während des ersten Fahrpedaltretens basieren, während der Start des zweiten Fensters auf einer Änderungsrate der Luftmassenströmung durch die Kraftmaschine während des zweiten Fahrpedaltretens basiert. Die Dauer beider Fensteröffnungen kann eine Funktion der Luftmassenströmung sein. Demgegenüber kann die Kraftstoffeinspritzung nicht von der Änderungsrate der Luftmassenströmung abhängen, sondern nur zum Bestimmen des opportunistischen Fensters verwendet werden, in dem sowohl das Zylinderungleichgewicht als auch die Überwachung einer Abgasexothermie über dem DOC stattfinden müssen.

[0073] Auf diese Weise können Kurbelwellen-Beschleunigungsdaten in verschiedenen Fenstern auf der Basis dessen verarbeitet werden, ob die Daten während stationärer Bedingungen oder instationärer Bedingungen empfangen wurden. Unter Verwendung von Daten, die während instationärer und Leerlauf-/stationärer Bedingungen verarbeitet werden, können Zylinderungleichgewichte, die durch Kohlenwasserstoffaufnahme verursacht werden, zuverlässiger detektiert werden. Ebenso kann das Begrenzen in Reaktion auf die Angabe der Kohlenwasserstoffaufnahme auf der Basis dessen unterschiedlich eingestellt werden, ob die Angabe während stationärer Bedingungen oder instationärer Bedingungen empfangen wurde, um die Kohlenwasserstoffansammlung besser zu mildern.

[0074] Beispielsweise können Kohlenwasserstofflecks von verschiedenen Quellen in das Kraftmaschinen-Kurbelgehäuse gelangen. Die Pleuel der Kraftmaschine können das Kurbelgehäuseöl schlagen, was, wenn es mit Kohlenwasserstoffen vermischt wird, zum Schäumen im Kurbelgehäuse führt. Der Kohlenwasserstoffschaum kann zum Kraftmaschineneinlasssystem durch ein Kurbelgehäuseentlüftungrohr, das das Kurbelgehäuse mit dem Einlass verbindet, wandern. Außerdem können Kohlenwasserstofflecks von den verschiedenen Quellen direkt in den Kraftmaschineneinlass gelangen. Wenn sich die Kohlenwasserstoffe im Kraftmaschineneinlass ansammeln, werden kleine Ansammlungen von Kohlenwasserstoffen gebildet. Ein plötzlicher Andrang von Luft, wie sie während Fahrpedalritten auftritt, kann die Kohlenwasserstoffansammlung verdrängen und die Kohlenwasserstoffe in die Kraftmaschinenzylinder bewegen, wobei einige Zylinder aufgrund der Konfiguration des Einlasskrümmers mehr Kohlenwasserstoffe als andere aufnehmen. Infolge der Kohlenwasserstoffaufnahme im Kraftmaschinenzylinder kann eine unkontrollierte Verbrennung in den Brennkammern auftreten, die zu einem Zylinderungleichgewicht führt. Gleichzeitig werden Kohlenwasserstoffe, die nicht an der Verbrennung im Zylinder teilnehmen konnten, zum Auslasssystem transportiert, wo die unverbrannten Kohlenwasserstoffe oxidiert werden (insbesondere am Auslass-DOC). Dies führt zu einer unkontrollierten Abgasexothermie über dem DOC. Durch gleichzeitiges Überwachen auf eine erhöhte Exothermie über einem Auslass-DOC und Überwachen von Zylinderbeschleunigungsdaten auf ein Zylinderungleichgewicht, kann folglich die Kohlenwasserstoffaufnahme genau diagnostiziert und angegangen werden.

[0075] Beispielsweise kann die Steuereinheit einen Satz von globalen "Kerneintrittsbedingungen" bestätigen, das heißt Eintrittsbedingungen, die erfüllt sein müssen, um zu ermöglichen, dass die Überwachung von Abgasexothermien über einem Dieseloxydationskatalysator und eines Zylinderungleichgewichts eingeleitet wird. Diese Eintrittsbedingungen umfassen beispielsweise, dass die Umgebungstemperatur in einem Fenster liegt, die Kühlmitteltemperatur höher ist als ein Schwellenwert, die Fahrzeuggeschwindigkeit höher ist als ein Schwellenwert oder ein PTO-Zustand angegeben wird. Außerdem können Fehlerzustände für die obigen Eingaben bereits angegeben sein.

[0076] Als nächstes kann die Steuereinheit Eintrittsbedingungen für die Exothermiedetektion bestätigen, das heißt, Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um die Überwachung der Exothermie zu ermöglichen. Diese umfassen beispielsweise, dass eine DOC-Einlasstemperatur höher ist als ein Schwellenwert (wobei der Schwellenwert eine Funktion der Umgebungstemperatur ist), ein DPF-Regenerationszustand nicht in Regeneration ist, der Abgas-DOC angemessen warm ist, eine Abgas-DOC-Auslasstemperatur höher ist als ein Schwellenwert, ein thermisch stabiles Auslasssystem (nach DPF-Regeneration oder nach einem schnellen Stopp/Start) angegeben wird. Parallel kann die Steuereinheit Eintrittsbedingungen für die Zylinderungleichgewichtsdetektion bestätigen. Dies kann das Bestätigen, dass der DPF nicht regeneriert, umfassen. Vorbedingungen für eine stationäre Detektion können das Bestätigen, dass eine Kraftmaschinendrehzahl innerhalb eines Fensters liegt, das Kraftmaschinendrehmoment innerhalb eines Fensters liegt, und die Kraftmaschinendrehzahl und das Kraftmaschinendrehmoment stabil sind, umfassen. Vorbedingungen für eine Detektion instationärer Zustände können beispielsweise das Bestimmen eines Starts des Detektionsfensters auf der Basis der Änderungsrate der Luftmassenströmung und das Bestimmen eines Endes des Detektionsfensters auf der Basis der Luftmas-sendurchflussrate umfassen.

[0077] Sobald alle Eintrittsvorbedingungen und Bedingungen erfüllt sind, kann die Steuereinheit in Reaktion auf ein Zylinderungleichgewicht und eine erhöhte Exothermie, die in den jeweiligen Fenstern auftreten, wie für stationäre und instationäre Bedingungen definiert, bestimmen, dass sich Kohlenwasserstoffe im Kraftmaschineneinlass und/oder Kurbelgehäuse ansammeln und dass Milderungsschritte unternommen werden müssen, um eine weitere Ansammlung zu verringern.

[0078] Auf diese Weise können Korrelationen zwischen Zylinderungleichgewichten und erhöhten Abgasexothermien verwendet werden, um eine Kohlenwasserstoffansammlung entlang eines Kraftmaschineneinlasssystems zu identifizieren. Unter Verwendung einer beträchtlichen Signalverarbeitung und umfangreicher Algorithmen, um Zylinderungleichgewichtsdaten, die während stationärer sowie instationärer Kraftmaschinenbetriebsbedingungen gesammelt werden, zu bewerten, können Rauschfaktoren, die aufgrund von Fehlzündungen oder aufgrund einer Kohlenwasserstoffansammlung an anderen Kraftmaschinenstellen erfahren werden, verringert werden und die Kohlenwasserstoffansammlung am Kraftmaschineneinlass kann genauer diagnostiziert werden. Durch Reagieren auf die Ansammlung mit einer gesteuerten Begrenzung der Kraftmaschinendrehzahl und -last kann eine beträchtliche Kraftmaschinenabnutzung eingedämmt werden.

[0079] Wie von einem Fachmann auf dem Gebiet erkannt wird, können die hier beschriebenen Routinen eine oder mehrere von einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien darstellen, wie z. B. durch ein Ereignis gesteuert, durch eine Unterbrechung gesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen. An sich können verschiedene dargestellte Schritte oder Funktionen in der dargestellten Sequenz, parallel durchgeführt werden oder in einigen Fällen weggelassen werden. Die Reihenfolge der Verarbeitung ist ebenso nicht notwendigerweise erforderlich, um die hier beschriebenen Aufgaben, Merkmale und Vorteile zu erreichen, sondern für eine leichte Erläuterung und Beschreibung vorgesehen. Obwohl nicht explizit dargestellt, erkennt ein Fachmann auf dem Gebiet, dass einer oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen in Abhängigkeit von der verwendeten speziellen Strategie wiederholt durchgeführt werden können.

[0080] Dies schließt die Beschreibung ab. Das Lesen von dieser durch den Fachmann auf dem Gebiet würde viele Änderungen und Modifikationen bewusst machen, ohne vom Gedanken und Schutzbereich der Beschreibung abzuweichen. Beispielsweise könnten I3-, I4-, I5-, V6-, V8-, V10- und V12-Kraftmaschinen, die mit Erdgas, Benzin, Diesel oder alternativen Kraftstoffkonfigurationen arbeiten, die vorliegende Beschreibung vorteilhaft nutzen.

Zeichenerklärung

[0081]

Fig. 4

402	Kraftmaschinenbetriebsbedingungen abschätzen und/oder messen
404	Instationäre Bedingungen?
424	Stationäre Bedingungen?
YES	JA
NO	NEIN
To	Zu
406	Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern im zweiten Kurbelwinkelfenster bestimmen
410	Partikelfilter-Regenerationsbedingungen?
412	Abgastemperaturdifferenz über Abgasoxidationskatalysator im zweiten Kurbelwinkelfenster bestimmen
408	Zylinderungleichgewicht?
414	Erhöhte Abgasexothermie?
416	Flag setzen, um HC-Ansammlung am Einlass während der instationären Bedingungen anzugeben. Milderungsschritte durchführen (Fig. 5)
426	Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern im ersten Kurbelwinkelfenster bestimmen
430	Partikelfilter-Regenerationsbedingungen?
432	Abgastemperaturdifferenz über Abgasoxidationskatalysator im ersten Kurbelwinkelfenster bestimmen
428	Zylinderungleichgewicht?
434	Erhöhte Abgasexothermie?
436	Flag setzen, um HC-Ansammlung am Einlass während der stationären Bedingungen anzugeben. Milderungsschritte durchführen (Fig. 5)
End	Ende

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 7128048 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren für eine Kraftmaschine, das Folgendes umfasst:
In Reaktion auf ein Zylinderungleichgewicht und eine erhöhte Kraftmaschinenabgasexothermie, die auf eine Kohlenwasserstoffoxidation hinweist, Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last, um die Kohlenwasserstoffansammlung in einem Kraftmaschineneinlass zu verringern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Leiten von Einlassluft von einer Drosselklappe zu einer Y-Abzweigung und dann von einem ersten Auslass der Y-Abzweigung zu einer ersten Gruppe von Zylindern und von einem zweiten Auslass der Y-Abzweigung zu einer zweiten Gruppe von Zylindern umfasst, wobei eine Längsachse des ersten Auslasses der Y-Abzweigung auf einen ersten Zylinder gerichtet ist, der von einem Endzylinder der ersten Gruppe entfernt angeordnet ist, eine Längsachse des zweiten Auslasses der Y-Abzweigung auf einen zweiten Zylinder gerichtet ist, der von einem Endzylinder der zweiten Gruppe entfernt angeordnet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Zylinderungleichgewicht auf Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen zwischen individuellen Kraftmaschinenzylindern von jeder der ersten und der zweiten Gruppe von Zylindern basiert, wobei die Kurbelwellenbeschleunigung während stationärer Kraftmaschinenbedingungen und instationärer Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen, die während instationärer Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt werden, Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen, die über ein dynamisch angepasstes Fenster während der instationären Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt werden, umfassen, wobei das dynamisch angepasste Fenster auf der Basis zumindest der Luftmassenströmung während der instationären Kraftmaschinenbedingungen eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Kraftmaschinenauslass einen Oxidationskatalysator und einen Partikelfilter umfasst und wobei die Abgasexothermie auf einer Abgastemperaturdifferenz über den Oxidationsabgaskatalysator basiert, die während stationärer Kraftmaschinenbedingungen abgeschätzt wird, wenn der Partikelfilter nicht regeneriert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Begrenzen der Kraftmaschinendrehzahl und -last das Begrenzen der Kraftstoffeinspritzung in alle Kraftmaschinenzylinder umfasst.
7. Verfahren nach Anspruch 2, wobei ein Grad der Begrenzung darauf basiert, ob Kurbelwellen-Beschleunigungsdifferenzen während instationärer Kraftmaschinenbedingungen oder stationärer Kraftmaschinenbedingungen identifiziert wurden.
8. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner das Setzen eines Diagnosecodes und das Erleuchten eines Funktionsstörungslichts, um die Kohlenwasserstoffansammlung im Kraftmaschineneinlass anzugeben, umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner das Erhöhen einer Kraftmaschinentemperatur, um die im Kraftmaschineneinlass angesammelten Kohlenwasserstoffe freizusetzen, umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

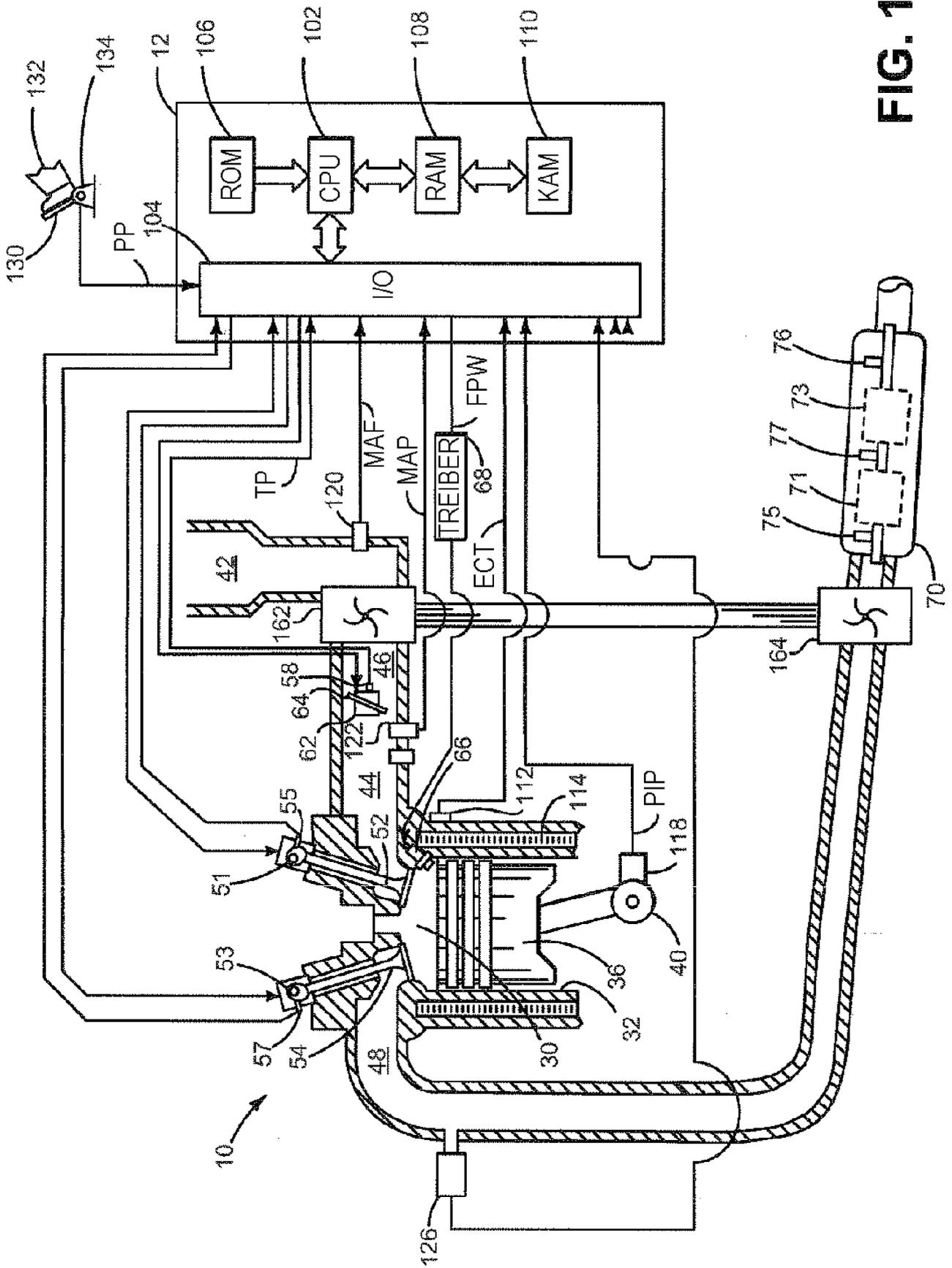


FIG. 1

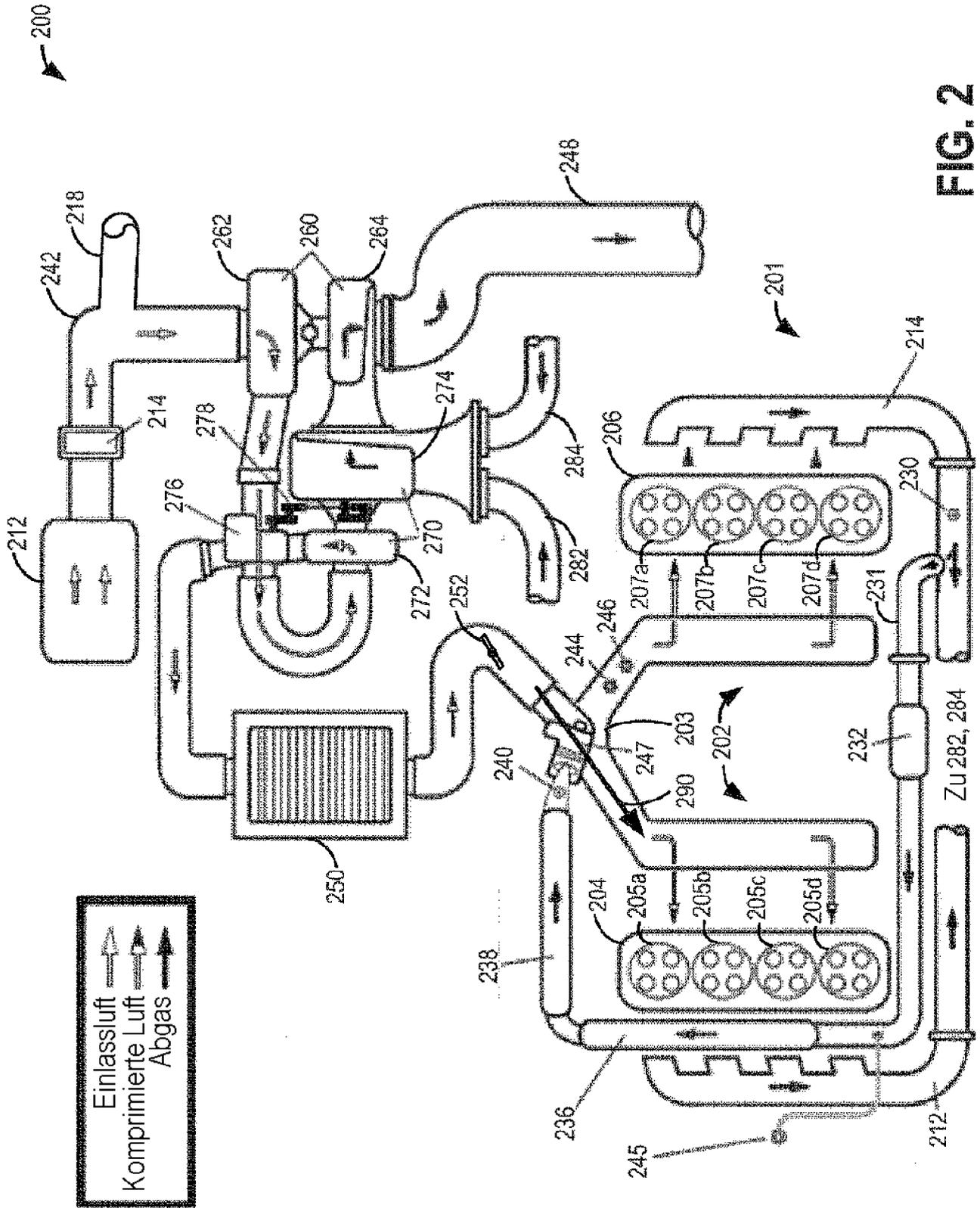


FIG. 2

300

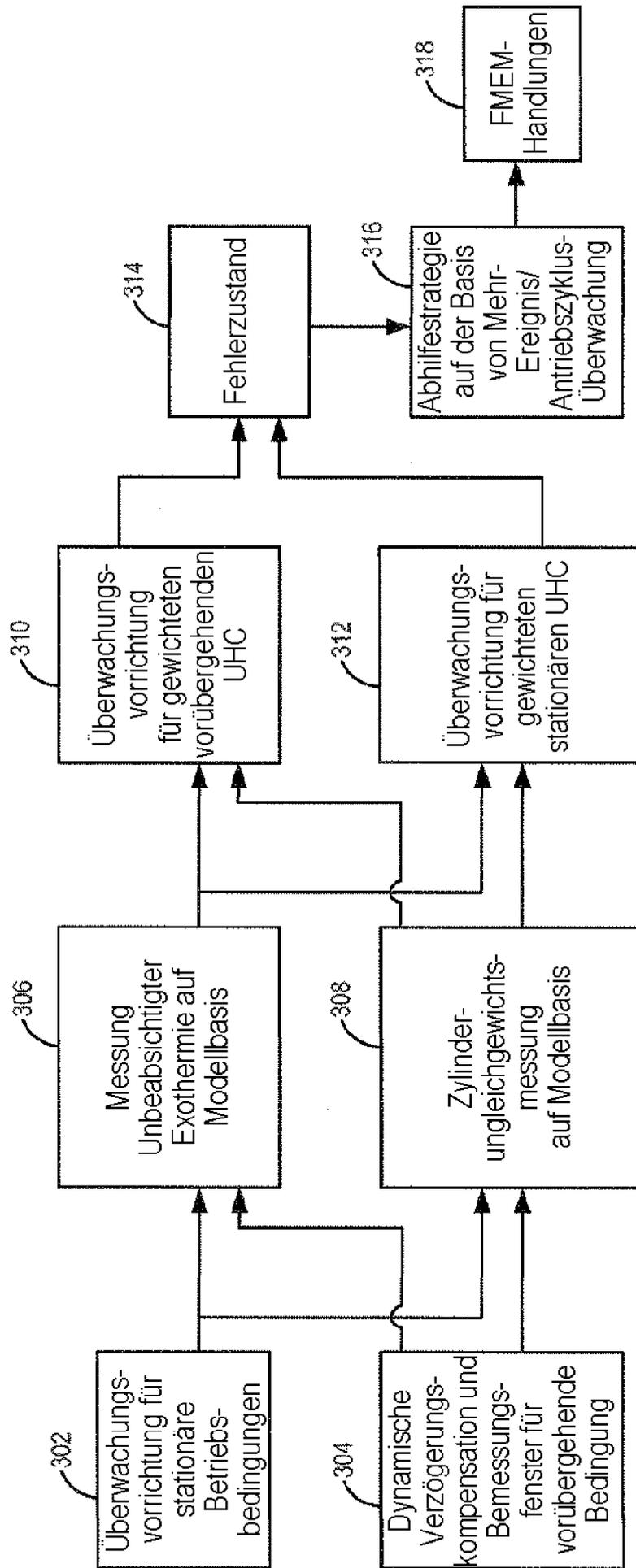


FIG. 3

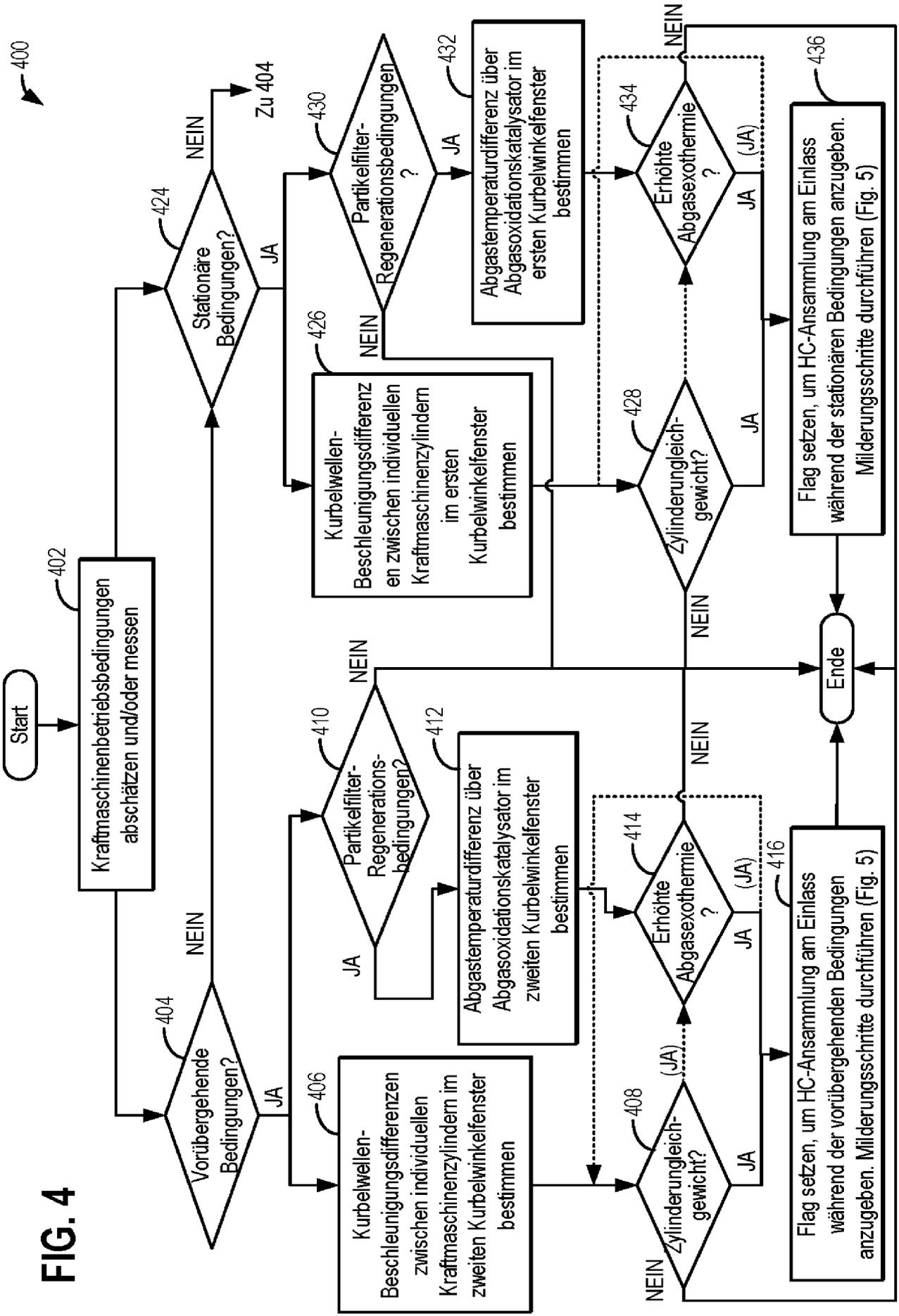
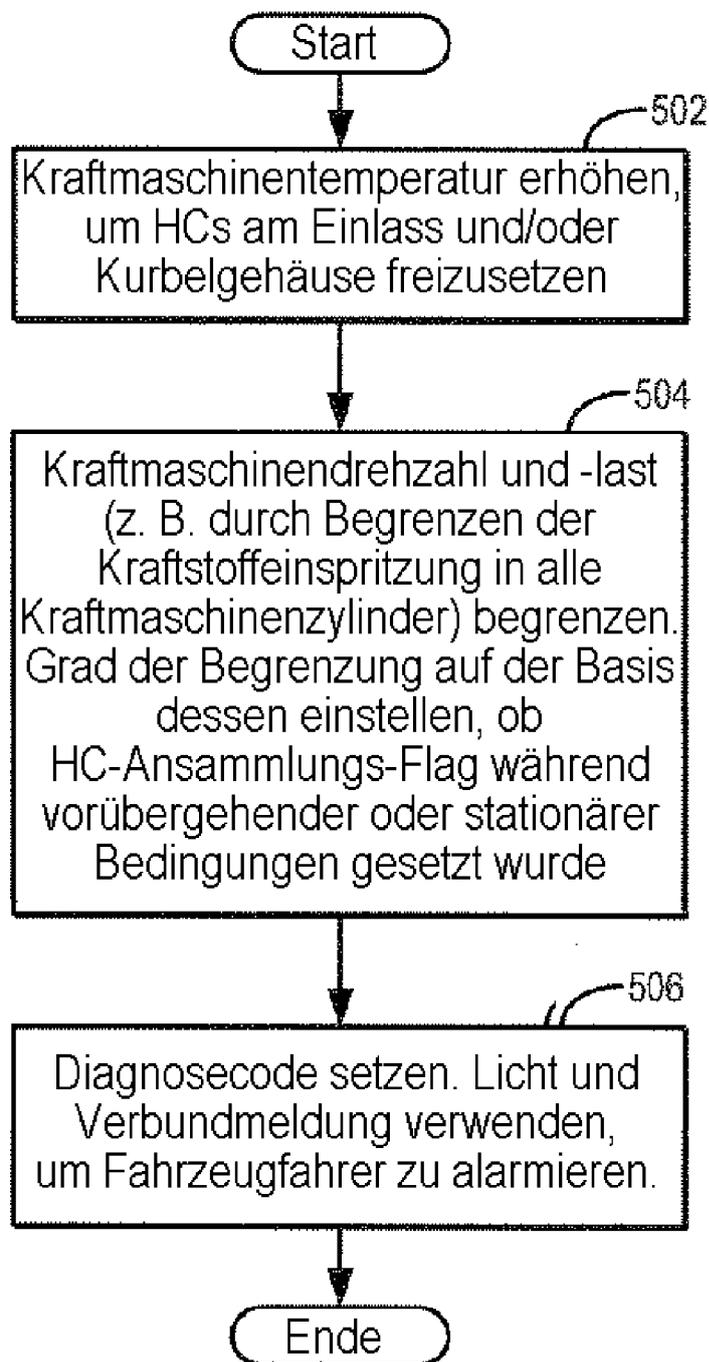


FIG. 4

500

**FIG. 5**