



(10) **DE 10 2020 104 552 A1** 2020.08.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 104 552.2**

(22) Anmeldetag: **20.02.2020**

(43) Offenlegungstag: **27.08.2020**

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

F02D 41/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

16/283,345 **22.02.2019** **US**

(71) Anmelder:

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

(72) Erfinder:

**Kelly, Tyler, Plymouth, Mich., US; Martin, Douglas,
Canton, Mich., US; Rocci, Benjamin, Ann Arbor,
MI, US; Martinez, Vincent, Royal Oak, Mich., US;
Bailey, Owen, Shelby Township, MI, US**

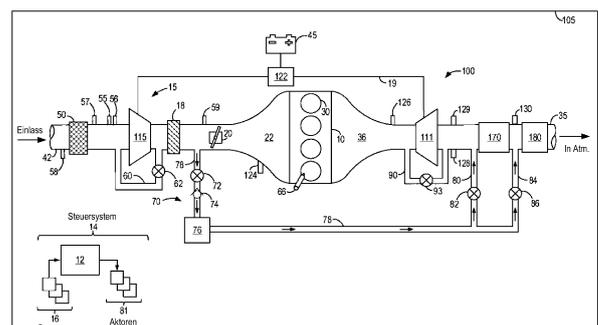
(74) Vertreter:

**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538
München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ERHITZEN VON
EMISSIONSBEGRENZUNGSVORRICHTUNGEN**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung stellt ein Verfahren und System zum Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen bereit. Vorgesehen sind Verfahren und Systeme zum Beschleunigen des Erhitzens von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen. In einem Beispiel kann ein Verfahren beinhalten, dass Luft von einem Einlass eines Motors zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Lufterblasesystem bei gleichzeitigem Betreiben eines Turboladers über einen Elektromotor strömen gelassen wird, um einen erforderlichen Luftstrom zum Motor als Reaktion auf eine Emissionsbegrenzungsvorrichtungserhitzungsbedingung aufrechtzuerhalten. In dieser Weise wird der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen Frischluft bereitgestellt, ohne die Leistungsfähigkeit des Motors zu beeinträchtigen oder die Motordrehzahl zu erhöhen.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Beschreibung betrifft im Allgemeinen Verfahren und Systeme zum Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Fahrzeuge beinhalten Emissionsbegrenzungsvorrichtungen wie bspw. Drei-Wege-Katalysatoren und Partikelfilter zum Verringern von Emissionen, die durch die Verbrennung entstehen. Drei-Wege-Katalysatoren können beispielsweise Kohlenstoffmonoxid, unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Stickoxide behandeln; Partikelfilter fangen indes Partikel ab, welche die Abgasanlage durchströmen. Allerdings schwankt der Wirkungsgrad derartiger Emissionsbegrenzungsvorrichtungen je nach Betriebstemperatur. Es wird beispielsweise eine Anspringtemperatur verwendet, um eine Temperatur zu benennen, oberhalb derer eine hohe Effizienz der Abgasnachbehandlung erzielt wird, was die Emissionsbegrenzungsvorrichtung in die Lage versetzt, Fahrzeugemissionen effektiv zu verringern. Folglich können bei Vorliegen von Motorkaltstartbedingungen verschiedene Steuerstrategien eingesetzt werden, um das Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zu beschleunigen. Um ein Beispiel zu nennen, kann der Zündzeitpunkt nach spät verstellt werden, um die Wärme des Abgases zu erhöhen, wodurch die Temperatur der jeweiligen Emissionsbegrenzungsvorrichtung schneller zunimmt.

[0003] Wenn das Partikelfilter nicht regelmäßig gereinigt oder regeneriert wird, können des Weiteren die angesammelte Partikel zu einem erhöhten Rückdruck in der Abgasanlage führen, was die Leistungsfähigkeit des Motors weiter herabsetzen kann. Um das Partikelfilter regelmäßig zu regenerieren oder zu reinigen, können Steuerstrategien angewendet werden, um die Abgastemperatur über eine vorher festgelegte Temperatur (z. B. über 600 °C) zu erhöhen, um die Kohlenstoffpartikel zu verbrennen, die sich im Filter angesammelt haben. In einigen Beispielen kann das Partikelfilter während des normalen Fahrzeugbetriebs eine Abgastemperatur erreichen, die ausreicht, um eine Regeneration passiv durchzuführen. Aufgrund des Platzmangels werden Partikelfilter allerdings oft an Stellen in der Abgasanlage positioniert, die sich nur langsam erhitzen, weshalb es länger als gewünscht dauern kann, bis das Partikelfilter Temperaturen erreicht, die eine Regeneration zulassen.

[0004] Eine beispielhafte Vorgehensweise zum Beschleunigen des Erhitzens von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen wird von Van Nieuwstadt et al. in US 8 359 839 B2 aufgezeigt. Dabei kann Luft

über einen Turboladerverdichter von einem Einlasssystem des Motors zu einem Auslasssystem des Motors an einer Stelle, die stromaufwärts eines Partikelfilters und stromabwärts eines Drei-Wege-Katalysators liegt, gepumpt werden. Außerdem wird der Zündzeitpunkt nach spät verstellt, während die Luftströmung durch den Motor verstärkt wird, um den vom Fahrer vorgegebenen Bedarf zu decken, während dem Auspuff (und damit dem Partikelfilter) zusätzliche Hitze bereitgestellt wird. Durch das Einleiten der Einlassluft kann die Oxidationsrate von Ruß im Partikelfilter für die Partikelfilterregeneration erhöht werden.

[0005] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben jedoch mögliche Probleme im Zusammenhang mit derartigen Systemen ausgemacht. Um ein Beispiel zu nennen, stellen sie zwar eine Lösung für das Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zur Partikelfilterregeneration dar, für das Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen bei einem Kaltstart jedoch nicht. Obwohl das Zuführen von Einlassluft stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators eine Störung der chemischen Vorgänge im Drei-Wege-Katalysator während einer Partikelfilterregeneration mindert, ist es unter Umständen wünschenswert, Einlassluft stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators zuzuführen, um eine exotherme Reaktion zum Beschleunigen des Erhitzens des Drei-Wege-Katalysators bei einem Kaltstart zu erzeugen. Darüber hinaus kann es passieren, dass der nach spät verstellte Zündzeitpunkt die Leistungsfähigkeit und den Wirkungsgrad des Motors herabsetzt und durch die Verbrennungsstabilität begrenzt ist.

KURZDARSTELLUNG

[0006] In einem Beispiel können die vorstehend beschriebenen Probleme anhand eines Verfahrens behoben werden, umfassend: als Reaktion auf eine Erhitzungsbedingung, Strömenlassen von Luft von einem Einlass eines Motors zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Lufteinblasesystem bei gleichzeitigem Betreiben eines Turboladers über einen Elektromotor, um zum Erzeugen von Motordrehmoment einen erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten. In dieser Weise können die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen Einlassluft zum beschleunigten Erhitzen erhalten, wobei das Betreiben des Turboladers über den Elektromotor zugleich das Herabsetzen der Leistungsfähigkeit des Motors mindert.

[0007] Als ein Beispiel können zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen ein Drei-Wege-Katalysator und ein in einem Auslasskanal gekoppeltes Ottopartikelfilter zählen, wobei der Drei-Wege-Katalysator stromaufwärts des Ottopartikelfilters gekoppelt ist, und das Lufteinblasesystem kann den Einlass in den Auslasskanal an einer ers-

ten Stelle stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators und an einer zweiten Stelle stromabwärts des Ottopartikelfilters (und stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators) koppeln. Das Lufteinblasesystem kann beinhalten: ein erstes Regelventil, das derart positioniert ist, dass es den Durchfluss vom Einlass zum Lufteinblasesystem zulässt oder blockiert, ein zweites Regelventil, das derart positioniert ist, dass es den Durchfluss vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal an der ersten Stelle zulässt oder blockiert, und ein drittes Regelventil, das derart positioniert ist, dass es den Durchfluss vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal an der zweiten Stelle zulässt oder blockiert. Somit kann das Strömenlassen von Luft vom Einlass des Motors zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über das Lufteinblasesystem als ein Beispiel beinhalten: Öffnen des ersten Regelventils, um zuzulassen, dass Luft vom Einlass zum Lufteinblasesystem strömt, Öffnen des zweiten Regelventils, um zuzulassen, dass Luft vom Lufteinblasesystem zu Positionen stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators strömt, und Öffnen des dritten Regelventils, um Luft vom Lufteinblasesystem zu stromaufwärts des Ottopartikelfilters strömen zu lassen. Als ein anderes Beispiel kann das Strömenlassen von Luft vom Einlass des Motors zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über das Lufteinblasesystem beinhalten: Öffnen des ersten Regelventils, um zuzulassen, dass Luft vom Einlass zum Lufteinblasesystem strömt, und Öffnen eines von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil, um Luft vom Lufteinblasesystem selektiv zu Positionen stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators oder des Ottopartikelfilters strömen zu lassen. Außerdem kann die Kraftstoffversorgung des Motors angereichert werden, sodass sich unverbrannter Kraftstoff stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators oder des Ottopartikelfilters mit der Luft aus dem Lufteinblasesystem vermischt, um eine exotherme Reaktion zu erzeugen.

[0008] Des Weiteren kann das Lufteinblasesystem einen Luftspeicher beinhalten, der stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts des zweiten und dritten Regelventils positioniert ist, wobei der Luftspeicher zum Speichern von Luft zum Zuführen zum Auslasskanal ausgelegt ist. Darüber hinaus kann das Betreiben des Turboladers, um die gewünschte Luftströmung zum Motor aufrechtzuerhalten, ein komplettes Öffnen eines Bypasses des Turboladers, während der Turbolader über den Elektromotor zum Drehen gebracht wird, beinhalten. In dieser Weise kann dem Drei-Wege-Katalysator, dem Ottopartikelfilter oder beiden, je nach Erhitzungsbedarf, frische Einlassluft bereitgestellt werden, was ein effizientes Erhitzen sowohl während eines Kaltstarts als auch zur Partikelfilterregeneration ermöglicht. Durch das Umgehen einer Turbine des Turboladers über den offenen Bypass kann dem Drei-Wege-Katalysator und dem Partikelfilter außerdem mehr Hitze zu-

geführt werden, während die Leistungsfähigkeit und der Wirkungsgrad des Motors aufrechterhalten werden können, indem über den Elektromotor Aufladung bereitgestellt wird.

[0009] Es versteht sich, dass die vorstehende Kurzdarstellung bereitgestellt ist, um in vereinfachter Form eine Auswahl von Konzepten vorzustellen, die in der detaillierten Beschreibung genauer beschrieben werden. Sie ist nicht dazu gedacht, wichtige oder wesentliche Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu nennen, dessen Umfang einzig durch die Ansprüche im Anschluss an die detaillierte Beschreibung definiert ist. Zudem ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Umsetzungen beschränkt, die vorstehende oder in einem beliebigen Teil dieser Offenbarung angeführte Nachteile vermeiden.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine schematische Abbildung eines turboaufgeladenen Motorsystems.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für einen Zylinder des Motorsystems aus **Fig. 1**.

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm eines Beispielverfahrens zum Erhitzen einer oder mehrerer Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Sekundärlufteinblasesystem.

Fig. 4 zeigt ein prognostisches beispielhaftes Zeitdiagramm bezüglich des Erhitzen einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung zum Aufwärmen und zur Regeneration.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0010] Die folgende Beschreibung betrifft Systeme und Verfahren zum Beschleunigen des Erhitzen einer oder mehrerer Emissionsbegrenzungsvorrichtungen, die in einem mit Turboladung versehenen Motorsystem, welches mit elektrischer Unterstützung ausgelegt ist, wie bspw. dem Motorsystem in **Fig. 1-2**, gekoppelt sind. Das Motorsystem beinhaltet weiter ein Sekundärlufteinblasesystem zum selektiven Umlenken eines Teils eines Einlassluftstroms von einem Einlass des Motors zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen, wobei das Sekundärlufteinblasesystem einen Luftspeicher und eine Vielzahl von Ventilen zum Regulieren des Luftstroms beinhaltet. Eine Motorsteuerung kann zum Durchführen einer Steuerroutine wie der Beispielroutine in **Fig. 3** ausgelegt sein, um die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zügig auf eine gewünschte Betriebstemperatur zu erhitzen, bei welcher es sich um eine gewünschte Betriebstemperatur zum Begrenzen von Emissionen (z. B. eine Anspringtemperatur) oder eine gewünschte Betriebstemperatur zur Regeneration handeln kann. Ein prognostisches beispielhaftes Zeitdiagramm bezüglich des Koordinierens eines elektrisch unterstützten Tur-

boladerbetriebs mittels Ventilbetätigung eines Luft-einblasesystems zum Erlangen des Erhitzens einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung ist in **Fig. 4** gezeigt.

[0011] **Fig. 1** zeigt schematisch Aspekte eines beispielhaften Motorsystems **100**, das einen in einem Fahrzeug **105** gekoppelten Motor **10** beinhaltet. In einigen Beispielen kann es sich bei dem Fahrzeug **105** um ein Hybridfahrzeug mit mehreren Drehmomentquellen handeln, die für ein oder mehrere Fahrzeu- gräder zur Verfügung stehen, wie nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. In anderen Beispielen handelt es sich beim Fahrzeug **105** um ein herkömmliches Fahrzeug, das lediglich über einen Verbrennungsmotor verfügt. In dem abgebildeten Beispiel ist der Motor **10** ein aufgeladener Motor, der einen Turbolader **15** beinhaltet. Der Turbolader **15** beinhaltet einen Verdichter **115**, der durch eine Turbine **111** angetrieben wird. Konkret wird Frischluft entlang eines Einlasskanals **42** eingeleitet und strömt über ein Luftfilter **50** zum Verdichter **115**. Der Verdichter **115** ist der Darstellung nach über eine Welle **19** mechanisch mit der Turbine **111** gekoppelt, und die Turbine **111** wird durch sich ausdehnende Motor- abgase angetrieben. In einem Beispiel kann es sich bei der Turbine **111** um eine Twin-Scroll-Turbine handeln. In einem anderen Beispiel kann die Turbine **111** eine Turbine mit variabler Geometrie (Variable Geometry Turbocharger - VGT) sein, wobei die Turbi- nengeometrie in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und anderer Betriebsbedingungen aktiv variiert wird.

[0012] In dem abgebildeten Beispiel handelt es sich bei dem Turbolader **15** um einen elektrisch unter- stützten Turbolader („E-Turbo“), der weiter einen Elektromotor **122** beinhaltet, mit dem elektrische Unter- stützung für die Turboladerleistung bereitgestellt wird. In einem Beispiel ist der Elektromotor, wie ge- zeigt, an eine Welle **19** gekoppelt. In anderen Bei- spielen kann der Elektromotor allerdings mit dem Ver- dichter oder mit der Turbine gekoppelt sein. Durch Anpassen einer Leistung des Elektromotors **122** kann eine Menge an Druckluft, die durch den Verdichter bereitgestellt wird, erhöht oder verringert werden, wie nachstehend beschrieben. Der elektrische Motor **122** kann durch eine fahrzeuginterne Energiespeichervor- richtung, etwa eine Systembatterie **45**, mit Leistung versorgt werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Elektromotor **122** von einer Lichtmaschine mit Lei- stung versorgt werden. Ein Betrag an elektrischer Lei- stung, der dem Elektromotor **122** zugeführt wird, kann variiert werden, um eine Abgabeleistung des Turbo- laders **15** einzustellen. In einem Beispiel kann der Be- trag an elektrischer Leistung, der dem Elektromotor **122** zugeführt wird, erhöht werden, um die Drehzahl des Verdichters **115** zu erhöhen. Infolge der elek- trischen Unterstützung lässt sich der Turbolader **15** schnell hochlaufen, was eine schnell wirkende oder hochfrequente Aufladungsbetätigung ergibt.

[0013] Des Weiteren kann der Elektromotor **122** als Motorgenerator ausgelegt sein. Folglich kann der Elektromotor **122** bei Vorliegen von Bedingungen, unter denen eine elektrische Unterstützung zur Auf- ladung erforderlich ist, der Welle **19** des Turboladers positives Drehmoment bereitstellen, um die Drehzahl des Turboladers **15** zu erhöhen, und bei Vorliegen von Bedingungen, unter welchen eine elektrische Unter- stützung zum Bremsen erforderlich ist, kann der Elektromotor **122** der Welle **19** des Turboladers nega- tives Drehmoment bereitstellen, um die Drehzahl des Turboladers **15** zu verringern. Während des Bereit- stellens von negativem Drehmoment kann des Weite- ren kinetische Energie vom Turbolader **15** durch den Elektromotor **122** in elektrische Energie umgewan- delt werden, und die erzeugte elektrische Energie kann in der Systembatterie **45** gespeichert werden. Zum Regulieren des Ladedrucks kann eine Steue- rung **12** eine Zeitplanung und einen Betrag des po- sitiven Drehmoments und negativen Drehmoments steuern, das vom Elektromotor **122** auf den Turbolade- r **15** aufgebracht wird.

[0014] Unter ausgewählten Bedingungen kann, wie nachfolgend ausgeführt, durch den Turbolader **15** verdichtete Luft durch einen Verdichterumgehungs- kanal **60** von einem Auslass zu einem Einlass des Verdichters **115** zurückgeführt werden, indem eine Öffnung eines Verdichterrückführungsventils (Com- pressor Recirculation Valve - CRV) **62** angepasst wird. Das CRV **62** kann ein stufenlos einstellbares Ventil sein, und das Vergrößern der Öffnung des CRV **62** kann ein Betätigen (oder Speisen) eines Soleno- ids des Ventils beinhalten. So kann zum Beispiel ei- ne Stellung des CRV **62** stufenlos von einer vollstän- dig geschlossenen Stellung zu einer vollständig ge- öffneten Stellung variabel sein. In einigen Beispielen kann das CRV **62** während eines Betriebs mit auf- geladenem Motor teilweise geöffnet sein, um einen Pumpgrenzabstand bereitzustellen. Hierbei kann die teilweise geöffnete Stellung eine Standardventilstel- lung sein. Dann kann die Öffnung des CRV **62** als Reaktion auf eine Pumpangabe vergrößert werden. Beispielsweise kann das CRV **62** aus einer teilweise offenen Standardstellung auf eine vollständig offene Stellung eingestellt werden, wobei der Öffnungsgrad auf der Pumpangabe (z. B. einem Verdichterdruck- verhältnis, einem Verdichterdurchsatz, einer Druck- differenz am Verdichter usw.) beruhen kann. In an- deren Beispielen kann das CRV **62** während des Betriebs mit aufgeladenem Motor (z. B. Spitzenlei- stungsbedingungen) geschlossen gehalten werden, um die Ladereaktionszeit zu verringern und die Spit- zenleistung zu erhöhen.

[0015] Der Verdichter **115** ist durch einen Ladeluft- kühler (LLK) **18** (auch als Zwischenkühler bezeich- net) an ein Drosselventil **20** gekoppelt. Luft strömt vom Verdichter **115** durch den LLK **18** und das Dros- selventil **20** zu einem Ansaugkrümmer **22**. Der LLK

18 kann z.B. ein Luft-Luft- oder Wasser-Luft-Wärmetauscher sein. Der Ansaugkrümmerdruck (z. B. ein Druck der Luftladung im Ansaugkrümmer) kann unter Verwendung eines Krümmerabsolutdrucksensors (MAP-Sensors) (Manifold Absolute Pressure - MAP) 124 bestimmt werden.

[0016] Der Ansaugkrümmer **22** ist durch eine Reihe von Einlassventilen (nachfolgend unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben) mit einer Reihe von Brennräumen **30** verbunden. Die Brennräume sind ferner über eine Reihe von Auslassventilen (nachfolgend unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben) an den Abgaskrümmer **36** gekoppelt. Im abgebildeten Beispiel ist ein einzelner Abgaskrümmer **36** gezeigt. In anderen Beispielen kann der Abgaskrümmer jedoch eine Vielzahl von Abgaskrümmerbereichen aufweisen. Auslegungen, die eine Vielzahl von Abgaskrümmerbereichen aufweisen, können ermöglichen, dass Abstrom aus unterschiedlichen Brennräumen zu verschiedenen Stellen im Motorsystem geleitet wird.

[0017] Den Brennräumen **30** können ein oder mehrere Kraftstoffe, wie etwa Benzin, Alkohol-Kraftstoff-Gemische, Diesel, Biodiesel, verdichtetes Erdgas usw., zugeführt werden. Der Kraftstoff kann den Brennräumen über Direkteinspritzung, Saugrohreinspritzung, Drosselventilkörper einspritzung oder eine beliebige Kombination daraus zugeführt werden. Im abgebildeten Beispiel wird jedem Brennraum **30** Kraftstoff über Direkteinspritzung durch eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66** bereitgestellt (in **Fig. 1** ist zwar nur eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung gezeigt, allerdings beinhaltet jeder Brennraum eine daran gekoppelte Kraftstoffeinspritzvorrichtung). Kraftstoff kann der Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66** durch ein (in **Fig. 1** nicht gezeigtes) Kraftstoffsystem zugeführt werden, zu dem ein Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe und ein Kraftstoffverteiler gehören. In den Brennräumen kann die Verbrennung über Fremdzündung und/oder Selbstzündung eingeleitet werden.

[0018] Wie in **Fig. 1** dargestellt, wird Abgas zum Antreiben der Turbine vom Abgaskrümmer **36** zur Turbine **111** geleitet. Wenn ein verringertes Turbinendrehmoment gewünscht ist, kann ein Teil des Abgases stattdessen durch einen Bypass **90** geleitet werden, wobei die Turbine umgangen wird. Ein Bypassaktor **93** (z. B. Bypassventil) kann zum Öffnen betätigt werden, um zumindest etwas Abgasdruck von stromaufwärts der Turbine **111** über den Bypass **90** zu einer Stelle stromabwärts der Turbine **111** abzulassen. Durch Verringern des Abgasdrucks stromaufwärts der Turbine **111** kann die Turbinendrehzahl verringert werden.

[0019] Während eines Pedalbetätigungsereignisses des Fahrzeugführers kann, wenn als Reaktion auf eine Erhöhung des Drehmomentbedarfs des Fahrzeugführers von einem Motorbetrieb ohne Aufladung

zu einem Motorbetrieb mit Aufladung übergegangen wird, ein Turboloch auftreten. Dies erfolgt aufgrund von Verzögerungen beim Hochdrehen der Turbine **111**, da es sich bei dem Turbolader um eine langsamer wirkende Verdichtungs Vorrichtung handelt, und einer vorübergehenden Reduzierung des Stroms durch den Verdichter **115**, wenn sich das Drosselventil **20** bei der Pedalbetätigung öffnet. Das gleiche kann auch auftreten, wenn sich der Motor im aufgeladenen Betrieb befindet und es aufgrund einer stärkeren Fahrpedalbetätigung durch einen Fahrzeugführer zu einer vorübergehenden Zunahme des Aufladungsbedarfs kommt. Um das Turboloch zu verringern, kann unter diesen ausgewählten Bedingungen der Elektromotor **122** betrieben werden, um die Ladeansprechleistung zu verbessern. Konkret kann der Bypassaktor **93** auf die Pedalbetätigung reagierend geschlossen (bspw. komplett geschlossen) werden, um die Abgasströmung durch die Turbine **111** zu verstärken, und der Ladedruck kann vorübergehend durch Beziehen von Energie aus der Systembatterie **45** bereitgestellt werden, um den Elektromotor **122** anzutreiben und dadurch die Welle **19** zu beschleunigen. Außerdem kann das CRV **62** geschlossen (z. B. komplett geschlossen) werden, damit die Strömung durch den ersten Verdichter **115** verstärkt werden kann. Wenn die Turbine ausreichend hochgefahren und der Turbolader in der Lage ist, den erforderlichen Umfang an Aufladung bereitzustellen, kann der Elektromotor **122** deaktiviert werden (z. B. durch Unterbrechen der Energiezufuhr von der Batterie **45** zum Elektromotor **122**). Die Aktivierung und Deaktivierung des Elektromotors **122** können durch die Steuerung **12** genau gesteuert werden, um den gewünschten Ladedruck bereitzustellen, während das Überschreiten oder Unterschreiten des gewünschten Ladedrucks reduziert wird, Ladedruckstörungen und eine Betriebsdauer des Elektromotors **122** minimiert werden, was einen Betrag der elektrischen Leistung minimiert, der durch den elektrisch unterstützten Turbolader **15** verbraucht wird.

[0020] Während eines Ereignisses der Pedalfreigabe durch den Fahrzeugführers kann es beim Übergang von einem Motorbetrieb mit Aufladung zu einem Motorbetrieb ohne Aufladung (oder mit reduzierter Aufladung) zum Verdichterpumpen kommen. Dies liegt an einer verringerten Strömung durch den Verdichter **115**, wenn sich das Drosselventil **20** bei der Pedalfreigabe schließt. Die verringerte Vorwärtsströmung durch den Verdichter kann zum Pumpen führen und die Turboladerleistung beeinträchtigen. Pumpen kann außerdem zu Problemen bzgl. Geräuschen, Schwingungen und Rauigkeit (NVH), etwa unerwünschten Geräuschen aus dem Motoreinlasssystem, führen. Um zu ermöglichen, dass während eines Standardmodus des Fahrzeugbetriebs der Drehmomentbedarf als Reaktion auf die Pedalfreigabe schnell reduziert wird, ohne Verdichterpumpen zu verursachen, kann zumindest ein Teil der durch den

Verdichter **115** verdichteten Luftladung zum Verdichtereinlass zurückgeführt werden. Dadurch kann überschüssiger Ladedruck im Wesentlichen sofort abgebaut werden. Insbesondere kann das CRV **62** geöffnet werden, um (warme) Druckluft vom Auslass des Verdichters **115**, stromaufwärts des LLK **18**, zum Einlass des Verdichters **115** zurückzuführen. In einigen Ausführungsformen kann das Verdichterrückführungssystem zusätzlich oder alternativ einen Rückführungskanal zum Zurückführen gekühlter Druckluft von stromabwärts des LLK **18** zum Einlass des Verdichters **115** beinhalten. Des Weiteren kann der Bypassaktor **93** auf eine weiter geöffnete (z. B. komplett geöffnete) Stellung gerückt werden, damit ein größerer Teil des Abgasstroms zum Auspuffrohr fließt, wobei er die Turbine umgeht und somit das Auslaufen der Turbine beschleunigt, und der Elektromotor **122** kann in einem regenerativen Modus verwendet werden, um der Welle **19** negatives Drehmoment bereitzustellen, was das Auslaufen der Turbine weiter beschleunigt, während Energie zurückgewonnen wird.

[0021] Der kombinierte Strom aus der Turbine **111** und dem Bypass **90** durchströmt eine oder mehrere Emissionsbegrenzungsvorrichtungen, die in einem Abgaskanal **35** gekoppelt sind. Zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen können allgemein eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponenten zählen, die zum Verringern einer Menge einer oder mehrerer Substanzen im Abgasstrom ausgelegt sind. Eine Abgasnachbehandlungskomponente kann z. B. dazu ausgelegt sein, dem Abgasstrom NO_x zu entziehen, wenn der Abgasstrom mager ist, und die eingelagerten NO_x zu verringern, wenn der Abgasstrom fett ist. In anderen Beispielen kann eine Abgasnachbehandlungskomponente dazu ausgelegt sein, NO_x zu disproportionieren oder NO_x mithilfe eines Reduktionsmittels selektiv zu reduzieren. Im abgebildeten Beispiel beinhaltet das Motorsystem **100** eine erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170**, die stromaufwärts einer zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** gekoppelt ist. Im Einzelnen beinhalten die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** einen Drei-Wege-Katalysator (hier auch als „Katalysator“ bezeichnet), der zum Oxidieren restlicher Kohlenwasserstoffe und von Kohlenstoffmonoxid bei gleichzeitigem Reduzieren von NO_x im Abgasstrom ausgelegt ist, und die zweite Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** ein Ottopartikelfilter (OPF), das zum Abfangen und Oxidieren von Partikeln (bspw. Ruß) ausgelegt ist. Verschiedene Katalysatoren zur Abgasnachbehandlung mit einer derartigen Funktionalität können dabei auch in Washcoats oder an anderen Stellen in einer oder beiden von der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180**, entweder getrennt oder gemeinsam, angeordnet sein. Um ein Beispiel zu nennen, können die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** einen Dieseloxyda-

tionskatalysator einschließen und die zweite Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** ein Dieselpartikelfilter (DPF) einschließen, wenn der Motor **10** bspw. ein Dieselmotor ist. Das gesamte oder ein Teil des behandelten Abgases aus der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** kann über den Abgaskanal **35** an die Atmosphäre abgegeben werden.

[0022] In Beispielen, in denen die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und/oder zweite Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** ein Partikelfilter (bspw. ein OPF oder ein DPF) einschließt, kann ein Regenerationsprozess erfolgen, um die im Partikelfilter eingelagerte Rußbelastung zu reduzieren. Sobald ein vorgegebenes Maß (oder eine vorgegebene Belastung) der Rußansammlung erreicht ist, was beispielsweise durch Druckverlust beim Partikelfilter festgestellt wird, kann die Regeneration des Partikelfilters eingeleitet werden. In einem Beispiel kann der Druckverlust beim Partikelfilter auf der Grundlage einer Ausgabe eines stromaufwärts gelegenen Drucksensors im Verhältnis zu einer Ausgabe eines stromabwärts gelegenen Drucksensors ermittelt werden. In alternativen Beispielen kann die Rußansammlung auf der Grundlage von Motorbetriebsbedingungen modelliert werden, einschließlich Motordrehzahl und -last, bspw. durch eine Steuerung **12**, die auf eine Nachschlagetabelle oder einen Algorithmus, die bzw. der in einem Speicher gespeichert ist, zurückgreift. Außerdem kann die angesammelte Rußbelastung auf der Grundlage von Motorbetriebsbedingungen wie bspw. von Zeiträumen, in denen der Motor mit Kraftstoffanreicherung betrieben wird, Kaltstarts, DFSO-Ereignissen usw., geschätzt und nachverfolgt werden. Sobald der angesammelte Ruß (oder die Rußbelastung) einen Grenzwert überschreitet, kann ein Regenerationsvorgang, wie weiter unten bezogen auf **Fig. 3** beschrieben, eingeleitet werden.

[0023] In der Darstellung beinhaltet das Motorsystem **100** ein Lufteinblasesystem **70**. Das Lufteinblasesystem **70** kann als Sekundärlufteinblasesystem zum Bereitstellen von Luft an die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und/oder zweite Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** ausgelegt sein. Wie in dieser Schrift weitergehend beschrieben, insbesondere in Bezug auf **Fig. 3**, kann das Lufteinblasesystem **70** zum Zuführen eines zusätzlichen Luftstroms zum Erhitzen der Emissionsbegrenzungsvorrichtung verwendet werden. Das Lufteinblasesystem **70** beinhaltet eine Leitung **78**, die sich vom Einlasskanal **42** stromaufwärts des LLK **18** und stromaufwärts des Drosselventils **20** verzweigt. Ein erster Kanal **80** koppelt die Leitung **78** stromaufwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** mit dem Auslasskanal **35**, und ein zweiter Kanal **84** koppelt die Leitung **78** stromaufwärts der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** und stromabwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** mit dem Auslasskanal **35**. In einigen Beispielen kann das Luft-

einblasesystem **70** einen Luftspeicher **76** beinhalten. Der Luftspeicher **76** kann als Speichertank ausgelegt sein, um im Lufteinblasesystem **70** bedarfsweise Druckluft bereitzustellen. In anderen Beispielen kann der Luftspeicher **76** allerdings wegfallen.

[0024] Durch Integration des Luftspeichers **76** kann das Lufteinblasesystem **70** in die Lage versetzt werden, der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und/oder zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** Luft schneller zuzuführen als in dem Fall, dass kein Luftspeicher **76** vorhanden ist. Der Luftspeicher **76** kann optional weiterhin einen Druckmessumformer beinhalten, der zum Übertragen eines Signals an die Steuerung **12** ausgelegt ist, welches einem Druck der Luft im Luftspeicher **76** entspricht.

[0025] Das Lufteinblasesystem **70** beinhaltet des Weiteren eine Vielzahl von Ventilen. Ein Lufteinblasesystem-Regelventil **72** ist stromaufwärts des Luftspeichers **76** in der Leitung **78** positioniert. Das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** kann an einem Einlass des Lufteinblasesystems **70** positioniert sein, um den Luftstrom aus dem Einlasskanal **42** in die Leitung **78** zu blockieren oder zuzulassen. Das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** kann des Weiteren zum Regulieren eines Luftdurchsatzes durch die Leitung **78** eingestellt werden. Als ein Beispiel kann es sich bei dem Lufteinblasesystem-Regelventil **72** um ein elektronisch betätigtes kontinuierlich variables Ventil handeln. Als Reaktion darauf, dass bei der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen eine Sekundärlufteinblasung gewünscht ist, kann die Steuerung **12** das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** aus einer komplett geschlossenen Stellung in eine komplett offene Stellung oder auf eine Vielzahl von Stellungen dazwischen betätigen. Ein Rückschlagventil **74** ist mit einem Lufteinblasesystem-Regelventil **72**, in der Leitung **78** stromabwärts des Lufteinblasesystem-Regelventils **72**, in Reihe positioniert. Das Rückschlagventil **74** kann ein Einwegventil sein, das die Strömung von Gas (z. B. Luft) in die Leitung **78** aus dem Einlasskanal **42** durch das (zumindest teilweise) offene Lufteinblasesystem-Regelventil **72** und zum Luftspeicher **76** zulässt und das verhindert, dass Luft vom Luftspeicher **76** zum Einlasskanal **42** strömt. Das Rückschlagventil **74** kann sich zum Beispiel automatisch öffnen (bspw. ohne Eingabe oder Einstellungen seitens der Steuerung oder des Bedieners), um die Luft zum Luftspeicher **76** und zum ersten Kanal **80** und zweiten Kanal **84** strömen zu lassen (bspw. in Richtung der im Lufteinblasesystem **70** gezeigten Pfeile), und automatisch schließen, um zu verhindern, dass Gas (bspw. Luft, Abgas oder ein Gemisch daraus) aus dem Lufteinblasesystem **70** in den Einlasskanal **42** strömt.

[0026] Das Lufteinblasesystem **70** beinhaltet des Weiteren ein erstes Regelventil **82**, das im ersten Ka-

nal **80** positioniert ist, und ein im zweiten Kanal **84** positioniertes zweites Regelventil **86**. Das erste Regelventil **82**, in dieser Schrift auch als Katalysatorregelventil bezeichnet, kann derart positioniert sein, dass es die Strömung durch den ersten Kanal **80** zum Auslasskanal **35** an einer Stelle stromaufwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** blockiert oder zulässt, wohingegen das zweite Regelventil **86**, hier auch als OPF-Regelventil bezeichnet, derart positioniert sein kann, dass es die Strömung durch den zweiten Kanal **84** zum Auslasskanal **35** an einer Stelle stromabwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und stromaufwärts der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** blockiert oder zulässt. Das heißt, das erste Regelventil **82** kann so eingestellt werden, dass die Strömung durch einen ersten Auslass des Lufteinblasesystems **70** reguliert wird (z. B. an einer Stelle, an welcher sich der erste Kanal **80** an den Auslasskanal **35** anschließt), und das zweite Regelventil **86** kann so eingestellt werden, dass die Strömung durch einen zweiten Auslass des Lufteinblasesystems **70** reguliert wird (z. B. an einer Stelle, an der sich der zweite Kanal **84** an den Auslasskanal **35** anschließt). Somit sind sowohl das erste Regelventil **82** als auch das zweite Regelventil **86** in Reihe mit dem Lufteinblasesystem-Regelventil **72** und parallel miteinander gekoppelt. Im vorliegenden Zusammenhang bezieht sich „in Reihe gekoppelt“ auf Komponenten in ein und demselben Strömungsweg, wohingegen mit „parallel gekoppelt“ Komponenten in unterschiedlichen, separaten Strömungswegen gemeint sind, die von einem gemeinsamen Strömungsweg abzweigen. Beim ersten Regelventil **82** und zweiten Regelventil **86** kann es sich jeweils um ein elektronisch betätigtes, kontinuierlich variables Ventil handeln, das als Reaktion auf ein Steuersignal von der Steuerung **12** auf eine Vielzahl von Stellungen zwischen und einschließlich einer komplett offenen Stellung und einer komplett geschlossenen Stellung betätigt werden kann. So kann die Steuerung beispielsweise das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** öffnen (z. B. einen Öffnungsgrad des Lufteinblasesystem-Regelventils **72** vergrößern), um den Luftstrom durch das Lufteinblasesystem **70** zuzulassen, und das erste Regelventil **82** und zweite Regelventil **86** auf Stellungen öffnen, welche einem gewünschten Umfang an Luftzufuhr zur ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** bzw. zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** entsprechen, wie weiter unten bezogen auf **Fig. 3** weitergehend beschrieben.

[0027] In Beispielen, in denen das Motorsystem **100** eine oder mehrere zusätzliche Emissionsbegrenzungsvorrichtungen beinhaltet, kann das Lufteinblasesystem **70** zusätzliche Kanäle und Regelventile beinhalten, um der bzw. den zusätzlichen Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) selektiv einen zusätzlichen Luftstrom bereitzustellen. In Beispielen, in denen das Motorsystem **100** eine dritte Emissionsbe-

grenzungsvorrichtung beinhaltet, die stromabwärts der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** gekoppelt ist, kann das Lufterinblasesystem **70** beispielsweise einen dritten Kanal beinhalten, der die Leitung **78** an einer Stelle stromabwärts der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** und stromaufwärts der dritten Emissionsbegrenzungsvorrichtung an den Auslasskanal **35** koppelt, wobei in dem dritten Kanal ein drittes Regelventil positioniert ist. In Beispielen, in denen das Motorsystem **100** nur eine Emissionsbegrenzungsvorrichtung (z. B. nur die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170**) beinhaltet, können analog dazu der zweite Kanal **84** und das zweite Regelventil **86** wegfallen. In Beispielen, in denen mehr als eine Zylinderbank vorliegt und jede Bank ihren eigenen Auslasskanal und ihre eigene (n) Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) aufweist, kann darüber hinaus jede Bank ihren eigenen Satz Kanäle und Ventile aufweisen, sodass die Luftströmung zu jeder Bank separat reguliert werden kann.

[0028] Ein oder mehrere Sensoren können an unterschiedlichen Stellen im bzw. am Fahrzeug **105** gekoppelt sein. Beispielsweise kann ein Temperatursensor **55** zum Schätzen einer Verdichtereinlasstemperatur an den Einlass des Verdichters **115** gekoppelt sein. Als ein anderes Beispiel kann ein Drucksensor **56** zum Schätzen eines Drucks von in den Verdichter eintretender Luft an den Einlass des Verdichters **115** gekoppelt sein. Zu wieder anderen Sensoren können z. B. Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Sensoren, Luftfeuchtigkeitssensoren usw. gehören. Die Sensoren können einen Zustand der am Verdichtereinlass aus dem Einlasskanal aufgenommenen Einlassluft sowie der von stromaufwärts des LLK **18** zurückgeführten Luftladung schätzen. Zudem können ein oder mehrere Sensoren an den Einlasskanal **42** stromaufwärts des Luftfilters **50** gekoppelt sein, wie bspw. ein Drucksensor **58**. Der stromaufwärts des Luftfilters **50** gemessene Druck kann zum Beispiel dem barometrischen (bspw. atmosphärischen) Druck entsprechen. Darüber hinaus kann ein Drossel einlassdruck (Throttle Inlet Pressure - TIP)-Sensor **59** stromabwärts des LLK **18** und stromaufwärts des Drosselventils **20** gekoppelt sein, um einen dem Motor zugeführten Ladedruck zu schätzen.

[0029] Die Steuerung **12** kann in einem Steuersystem **14** enthalten sein. Der Darstellung nach empfängt die Steuerung **12** Informationen von einer Vielzahl von Sensoren **16** (für die hier verschiedene Beispiele beschrieben sind) und sendet Steuersignale an eine Vielzahl von Aktoren **81** (für die hier verschiedene Beispiele beschrieben sind). Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Sensoren können zu den Sensoren **16** beispielsweise des Weiteren zählen: ein sich stromaufwärts der Turbine **111** befindlicher Abgassensor **126**, ein erster Abgastemperatursensor **128**, der stromaufwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und stromabwärts der Turbi-

ne **111** gekoppelt ist, ein Abgasdrucksensor **129**, gekoppelt stromaufwärts der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und stromabwärts der Turbine **111**, ein zwischen der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** gekoppelter zweiter Abgastemperatursensor **130** und ein Luftmassen (MAF)-Sensor **57**. Andere Sensoren, wie bspw. zusätzliche Druck-, Temperatur-, Luft/Kraftstoff-Verhältnis- und Zusammensetzungssensoren, können an unterschiedliche Stellen im Motorsystem **100** gekoppelt sein, wovon nachstehend bezogen auf **Fig. 2** Beispiele beschrieben werden. Zu den Aktoren **81** können beispielsweise das Drosselventil **20**, CRV **62**, der Elektromotor **122**, Bypassaktor **93**, die Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66**, das Lufterinblasesystem-Regelventil **72**, das erste Regelventil **82** und zweite Regelventil **86** zählen. Die Steuerung **12** kann Eingangsdaten von den verschiedenen Sensoren empfangen, die Eingangsdaten verarbeiten und die verschiedenen Aktoren einsetzen, um den Betrieb des Motorsystems auf der Grundlage der empfangenen Signale und von Anweisungen, die in einem Speicher der Steuerung gespeichert sind, einzustellen. Die Steuerung kann die Aktoren als Reaktion auf die verarbeiteten Eingangsdaten auf der Grundlage einer Anweisung oder eines Codes einsetzen, die bzw. der darin entsprechend einer oder mehreren Routinen, wie etwa einer hier unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschriebenen beispielhaften Steuerroutine, programmiert ist. Als ein Beispiel kann die Steuerung als Reaktion darauf, dass durch den ersten Abgastemperatursensor **128** und den zweiten Abgastemperatursensor **130** gemessene Temperaturen auf eine Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung hinweisen, die unterschiedlichen Regelventile des Lufterinblasesystems **70** betätigen, den Betrieb des elektrisch unterstützten Turboladers **15** einstellen und das Drosselventil **20** einstellen, um der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** und/oder zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** zusätzliche Luft und Hitze bereitzustellen, während ein gewünschter Ladedruck aufrechterhalten wird.

[0030] An dieser Stelle wird auf **Fig. 2** Bezug genommen; diese zeigt eine Teilansicht eines einzelnen Zylinders des Verbrennungsmotors **10**. Dabei sind Komponenten, die bereits in **Fig. 1** eingeführt wurden, mit den gleichen Bezugszeichen dargestellt und werden nicht erneut eingeführt. Der Motor **10** ist mit einem Brennraum (Zylinder) **30** abgebildet, der repräsentativ für einen jeden der in **Fig. 1** gezeigten Zylinder stehen kann. Der Brennraum **30** beinhaltet eine Kühlmittelhülse **114** und Zylinderwände **132** mit einem Kolben **136**, der darin positioniert und mit einer Pleuellwelle **140** verbunden ist. Der Brennraum **30** steht der Darstellung gemäß über ein Einlassventil **150** und ein Auslassventil **152** mit dem Ansaugkrümmer **22** bzw. Abgaskrümmer **36** in Kommunikationsverbindung. Im abgebildeten Beispiel sind nur ein

Einlassventil **150** und Auslassventil **152** gezeigt. In anderen Beispielen können aber auch mehr als ein Einlassventil und/oder Auslassventil beinhaltet sein, etwa zwei Einlassventile und zwei Auslassventile.

[0031] Das Einlassventil **150** und Auslassventil **152** befinden sich in einem oberen Bereich des Brennraums **30**. Das Einlassventil **150** und das Auslassventil **152** können unter Verwendung jeweiliger Nockenbetätigungssysteme, die einen oder mehrere Nocken beinhalten, durch die Steuerung **12** gesteuert werden. Die Nockenbetätigungssysteme können eines oder mehrere von Systemen zur Nockenprofilverstellung (Cam Profile Switching - CPS), variablen Nockenzeitsteuerung (Variable Cam Timing - VCT), variablen Ventilzeitsteuerung (Variable Valve Timing - VT) und/oder zum variablen Ventilhub (Variable Valve Lift - VVL) zum Variieren des Ventilbetriebs verwenden. Im abgebildeten Beispiel werden jedes Einlassventil, einschließlich des Einlassventils **150**, durch einen Einlassnocken **151** gesteuert und jedes Auslassventil, einschließlich des Auslassventils **152**, durch einen Auslassnocken **153** gesteuert. Gemäß entsprechenden festgelegten Einlass- und Auslassventilzeitsteuerungen können der Einlassnocken **151** über einen Einlassventilzeitsteuerungsaktor **101** und der Auslassnocken **153** über einen Auslassventilzeitsteuerungsaktor **103** betätigt werden. In einigen Beispielen können die Einlassventile und Auslassventile jeweils über den Einlassventilzeitsteuerungsaktor **101** und den Auslassventilzeitsteuerungsaktor **103** deaktiviert werden. Beispielsweise kann die Steuerung ein Signal an den Auslassventilzeitsteuerungsaktor **103** senden, um das Auslassventil **152** abzuschalten, sodass es geschlossen bleibt und sich zu seiner festgelegten Zeitsteuerung nicht öffnet. Die Position der Einlassnockenwelle **151** und Auslassnockenwelle **153** kann jeweils durch die Nockenwellenpositionssensoren **155** und **157** bestimmt werden.

[0032] In einigen Beispielen können das Einlassventil **150** und/oder das Auslassventil **152** statt Nockenbetätigung durch elektrische Ventilbetätigung gesteuert werden. Zum Beispiel kann der Zylinder **30** alternativ ein Einlassventil, das über elektrische Ventilbetätigung gesteuert wird, und ein Auslassventil, das über Nockenbetätigung gesteuert wird, darunter CPS- und/oder VCT-Systeme, aufweisen. In noch weiteren Beispielen können die Einlass- und Auslassventile durch einen gemeinsamen Ventilaktor oder ein gemeinsames Betätigungssystem oder einen Aktor oder ein Betätigungssystem für eine variable Ventilansteuerungszeit gesteuert werden.

[0033] Der Zylinder **30** kann ein Verdichtungsverhältnis aufweisen, wobei es sich um ein Verhältnis vom Volumen des Kolbens **136** am unteren Totpunkt zu dem am oberen Totpunkt handelt. Herkömmlicherweise liegt das Verdichtungsverhältnis in einem Bereich von zwischen 9:1 und 10:1. In einigen Bei-

spielen, in denen andere Kraftstoffe verwendet werden, kann das Verdichtungsverhältnis jedoch erhöht sein. Hierzu kann es beispielsweise kommen, wenn Kraftstoffe mit einer höheren Oktanzahl oder Kraftstoffe mit einer höheren latenten Verdunstungsenthalpie verwendet werden. Wenn eine Direkteinspritzung verwendet wird, kann das Verdichtungsverhältnis aufgrund von deren Auswirkung auf das Motor klopfen ebenfalls erhöht sein.

[0034] In einigen Beispielen kann jeder Zylinder des Motors **10** eine Zündkerze **92** zum Einleiten der Verbrennung beinhalten. Unter ausgewählten Betriebsmodi kann ein Zündsystem **88** dem Brennraum **30** über eine Zündkerze **92** Zündfunken bereitstellen, was als Reaktion auf ein Vorzündungssignal SA (Spark Advance) von der Steuerung **12** erfolgt. In einigen Beispielen kann die Zündkerze **92** allerdings weggelassen werden, wie etwa, wenn der Motor **10** die Verbrennung durch Selbstzündung oder durch Einspritzen von Kraftstoff einleitet, wenn es sich bei dem Motor **10** bspw. um einen Dieselmotor handelt.

[0035] Als nicht einschränkendes Beispiel beinhaltet der Zylinder **30** der Darstellung nach eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66**. Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66** ist der Darstellung nach direkt an den Brennraum **30** gekoppelt, um Kraftstoff proportional zu einer Impulsbreite eines Signals FPW, das von der Steuerung **12** über einen elektronischen Treiber **168** empfangen wird, direkt darin einzuspritzen. Auf diese Weise stellt die Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66** eine sogenannte Direkteinspritzung (im Folgenden auch als „DI“ (Direct Injection) bezeichnet) von Kraftstoff in den Zylinder **30** bereit. Wenngleich **Fig. 2** die Einspritzvorrichtung **66** als seitliche Einspritzvorrichtung zeigt, kann sie auch oberhalb des Kolbens angeordnet sein, wie etwa nahe der Position der Zündkerze **92**. Eine solche Position kann die Vermischung und die Verbrennung verstärken, wenn der Motor mit einem Kraftstoff auf Alkoholbasis betrieben wird, da einige Kraftstoffe auf Alkoholbasis eine geringere Flüchtigkeit aufweisen. Alternativ kann sich die Einspritzvorrichtung oberhalb und in der Nähe des Einlassventils befinden, um die Vermischung zu verbessern. In einem weiteren Beispiel kann es sich bei der Einspritzvorrichtung **66** um eine Ansaugkanaleinspritzvorrichtung handeln, die Kraftstoff in den Ansaugkanal stromaufwärts des Zylinders **30** bereitstellt.

[0036] Der Kraftstoff kann der Kraftstoffeinspritzvorrichtung **66** aus einem Hochdruckkraftstoffsystem **182** zugeführt werden, das eine(n) oder mehrere Kraftstofftanks, Kraftstoffpumpen und einen Kraftstoffverteiler beinhaltet. Alternativ kann Kraftstoff bei niedrigerem Druck anhand einer einstufigen Kraftstoffpumpe zugeführt werden. Ferner können die Kraftstofftanks, wenngleich dies nicht gezeigt ist, einen Druckmessumformer beinhalten, wel-

cher der Steuerung **12** ein Signal bereitstellt. Die Kraftstofftanks innerhalb des Kraftstoffsystems **182** können Kraftstoff mit unterschiedlichen Kraftstoffeigenschaften enthalten, wie etwa mit unterschiedlichen Kraftstoffzusammensetzungen. Zu diesen Unterschieden können unterschiedliche Alkoholgehalte, unterschiedliche Oktanzahlen, unterschiedliche Verdampfungswärmen, unterschiedliche Kraftstoffgemische und/oder Kombinationen daraus usw. zählen. In einigen Beispielen kann das Kraftstoffsystem **182** an ein Kraftstoffdampfdruckgewinnungssystem gekoppelt sein, das einen Behälter zum Speichern von Betankungs- und Tankatmungsämpfen beinhaltet. Die Kraftstoffdämpfe können während des Motorbetriebs aus dem Behälter zu den Motorzylindern gespült werden, wenn Spülbedingungen erfüllt sind.

[0037] Der Motor **10** kann zumindest teilweise durch die Steuerung **12** und durch eine Eingabe von einem Fahrzeugführer **113** über ein Fahrpedal **116** und einen Fahrpedalpositionssensor **118** und über ein Bremspedal **117** und einen Bremspedalpositionssensor **119** gesteuert werden. Der Fahrpedalpositionssensor **118** kann ein Pedalpositionssignal (PP) an die Steuerung **12** senden, das einer Position des Fahrpedals **116** entspricht, und der Bremspedalpositionssensor **119** kann ein Bremspedalpositionssignal (BPP-Signal) an die Steuerung **12** senden, das einer Position des Bremspedals **117** entspricht. Die Steuerung **12** ist in **Fig. 2** als Mikrocomputer gezeigt, der eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingangs-/Ausgangsanschlüsse **104**, ein elektronisches Speichermedium für ausführbare Programme und Kalibrierungswerte, das in diesem konkreten Beispiel als Nur-Lese-Speicher **106** gezeigt ist, Direktzugriffsspeicher **108**, Keep-Alive-Speicher **110** und einen Datenbus beinhaltet. Das Speichermedium des Nur-Lese-Speichers **106** kann mit computerlesbaren Daten programmiert sein, die Anweisungen darstellen, die durch den Mikroprozessor **102** zum Durchführen der nachfolgend beschriebenen Verfahren und Routinen sowie anderer Varianten, die vorweggenommen, jedoch nicht ausdrücklich aufgeführt werden, ausgeführt werden können. Die Steuerung **12** kann zusätzlich zu den vorangehend erläuterten Signalen verschiedene Signale von an den Motor **10** gekoppelten Sensoren empfangen, einschließlich einer Messung des eingeleiteten Luftmassenstroms (MAF) vom Luftmassenstromsensor **57**; eines Motorkühlmittemperatursignals (ECT-Signals) von einem Temperatursensor **112**, der an die Kühlmittelhülse **114** gekoppelt ist; eines Profilzündungsaufnahmesignals (PIP) von einem Hall-Sensor **120** (oder einer anderen Art), der an die Kurbelwelle **140** gekoppelt ist; einer Drosselstellung (TP) von einem an das Drosselventil **20** gekoppelten Drosselstellungssensor; und eines Absolutkrümmerdrucksignals (MAP) von MAP Sensor **124**. Ein Motordrehzahlensignal, RPM, kann durch die Steuerung **12** anhand des Signals PIP erzeugt

werden. Das Krümmerdrucksignal MAP vom Krümmerdrucksensor kann dazu verwendet werden, eine Angabe des Unterdrucks oder Drucks (z. B. der Ladedrucks) im Ansaugkrümmer **22** bereitzustellen.

[0038] In einigen Beispielen kann es sich bei dem Fahrzeug um ein Hybridfahrzeug mit mehreren Drehmomentquellen handeln, die einem oder mehreren Fahrzeugrädern **160** zur Verfügung stehen. In anderen Beispielen ist das Fahrzeug ein herkömmliches Fahrzeug, das lediglich über einen Verbrennungsmotor verfügt. In dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel beinhaltet das Fahrzeug den Motor **10** und eine elektrische Maschine **161**. Die elektrische Maschine **161** kann ein Elektromotor oder ein Motorgenerator sein und in dieser Schrift somit auch als Elektromotor bezeichnet werden. Die elektrische Maschine **161** nimmt elektrische Leistung aus einer Systembatterie **45** auf, um den Fahrzeugrädern **160** Drehmoment bereitzustellen. Die elektrische Maschine **161** kann auch als Generator betrieben werden, um zum Beispiel während eines Bremsbetriebs elektrische Leistung zum Aufladen der Systembatterie **45** bereitzustellen.

[0039] Die Kurbelwelle **140** des Motors **10** und die elektrische Maschine **161** sind über ein Getriebe **167** mit den Fahrzeugrädern **160** verbunden, wenn eine oder mehrere Kupplungen **166** eingerückt sind. In dem dargestellten Beispiel sind eine erste Kupplung **166** zwischen der Kurbelwelle **140** und der elektrischen Maschine **161** bereitgestellt und eine zweite Kupplung **166** zwischen der elektrischen Maschine **161** und dem Getriebe **167** bereitgestellt. Die Steuerung **12** kann ein Signal an einen Aktor jeder Kupplung **166** senden, um die Kupplung einzurücken oder auszurücken, um so die Kurbelwelle **140** mit bzw. von der elektrischen Maschine **161** und den damit verbundenen Komponenten zu verbinden oder zu trennen und/oder um die elektrische Maschine **161** mit bzw. von dem Getriebe **167** und den damit verbundenen Komponenten zu verbinden oder zu trennen. Bei dem Getriebe **167** kann es sich um ein Schaltgetriebe, ein Planetenradsystem oder eine andere Getriebeart handeln. Der Antriebsstrang kann verschiedenartig ausgelegt sein, darunter als Parallel-, Serien- oder Serien-Parallel-Hybridfahrzeug.

[0040] Wie vorstehend beschrieben, zeigt **Fig. 2** lediglich einen Zylinder eines Mehrzylindermotors. Demnach kann jeder Zylinder gleichermaßen einen eigenen Satz Einlass-/Auslassventile, Kraftstoffeinspritzvorrichtung(en), Zündkerze usw. beinhalten. Es versteht sich, dass der Motor **10** eine beliebige geeignete Anzahl an Zylindern, einschließlich **2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12** oder mehr Zylinder, beinhalten kann. Ferner kann jeder dieser Zylinder einige oder alle der verschiedenen Komponenten beinhalten, die in **Fig. 2** unter Bezugnahme auf den Zylinder **30** beschrieben und abgebildet sind.

[0041] Wie weiter oben erwähnt, stellt das Verkürzen eines Zeitraums, bis Emissionsbegrenzungsvorrichtungen ihre Anspringtemperaturen erreichen, eine zentrale Herausforderung beim Verringern der allgemeinen Fahrzeugemissionen dar. Außerdem gibt es möglicherweise nur begrenzte Gelegenheiten, Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zu regenerieren, was an den erforderlichen hohen Temperaturen und der sich nur langsamen erheizenden Lage mancher Emissionsbegrenzungsvorrichtungen wie bspw. von Partikelfiltern liegt. In diesem Zusammenhang stellt **Fig. 3** ein Beispielverfahren **300** zum Beschleunigen des Erhitzens von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen anhand eines Sekundärlufteinblasesystems (bspw. des in **Fig. 1** gezeigten Lufteinblasesystems **70**) dar. Das Lufteinblasesystem kann beispielsweise derart betrieben werden, dass einem Auslasskanal eines Motors stromaufwärts der Emissionsbegrenzungsvorrichtung ein zusätzlicher Luftstrom bereitgestellt wird. Das Verfahren **300** wird insbesondere im Hinblick auf zwei Emissionsbegrenzungsvorrichtungen beschrieben, einem Katalysator (z. B. die erste Emissionsbegrenzungsvorrichtung **170** in **Fig. 1**) und ein OPF (z. B. die zweite Emissionsbegrenzungsvorrichtung **180** in **Fig. 1**), das stromabwärts des Katalysators gekoppelt ist. Dabei kann das Verfahren **300** allerdings auch zum Erhitzen anderer Emissionsbegrenzungsvorrichtungen oder anderer Anzahlen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen (bspw. mehr oder weniger als zwei) verwendet werden, ohne vom Umfang dieser Offenbarung abzuweichen.

[0042] Das Verfahren **300** wird in Bezug auf ein aufgeladenes Motorsystem beschrieben, das einen elektrisch unterstützten Turbolader (z. B. den in **Fig. 1** gezeigten Turbolader **15**) beinhaltet, der zum Verstärken der Luftströmung durch das Lufteinblasesystem bei gleichzeitigem Aufrechterhalten einer gewünschten Luftströmung zum Motor betrieben werden kann. Zusätzlich dazu wird das Verfahren **300** in Bezug auf ein Lufteinblasesystem beschrieben, das einen Luftspeicher (z. B. den Luftspeicher **76** in **Fig. 1**) beinhaltet. Das Verfahren **300** kann allerdings für Motorsysteme modifiziert werden, die keinen elektrisch unterstützten Turbolader und/oder Luftspeicher beinhalten, wie nachstehend erläutert. Anweisungen zum Ausführen des Verfahrens **300** und der übrigen hier enthaltenen Verfahren können durch eine Steuerung (bspw. die Steuerung **12** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**) auf der Grundlage von in einem Speicher der Steuerung gespeicherten Anweisungen und in Verbindung mit Signalen, welche von Sensoren des Motorsystems empfangen werden, wie den oben unter Bezug auf **Fig. 1** und **Fig. 2** beschriebenen Sensoren, ausgeführt werden. Die Steuerung kann Motoraktoren des Motorsystems einsetzen, um den Motorbetrieb gemäß den nachfolgend beschriebenen Verfahren einzustellen.

[0043] Bei **302** beinhaltet das Verfahren **300** ein Schätzen und/oder Messen von Betriebsbedingungen. Zu den Betriebsbedingungen können beispielsweise gehören: die Motordrehzahl, Motorlast, der Krümmerluftdruck (MAP, wie z. B. durch den MAP-Sensor **124** in **Fig. 1** und **Fig. 2** gemessen), die Ansaugkrümmertemperatur, die Luftmasse (MAF, wie z. B. durch den MAF-Sensor **57** in **Fig. 1** und **Fig. 2** gemessen), ein Drossel einlassdruck (wie z. B. durch den Drucksensor **59** in **Fig. 1** gemessen), die Motor Temperatur (z. B. auf dem Signal ECT von Temperatursensor **112** in **Fig. 2** beruhend), eine Temperatur des Katalysators (z. B. auf einer Abgastemperaturmessung vom ersten Abgastemperatursensor **128** in **Fig. 1** beruhend), eine Temperatur des OPF (z. B. auf einer Abgastemperaturmessung vom zweiten Abgastemperatursensor **130** in **Fig. 1** ausgehend beruhend), eine Rußbelastung des OPF, ein Luftdruck des Luftspeichers, ein vom Fahrer vorgegebener Drehmomentbedarf (z. B. auf dem Signal PP vom Pedalpositionssensor **118** in **Fig. 2** beruhend), ein gewünschter Ladedruck (um bspw. den vom Fahrer vorgegebener Drehmomentbedarf zu erreichen), ein verfügbarer Ladedruck, Umgebungsverhältnisse (z. B. Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Umgebung) usw. Die Luftströmung zum Motor kann anhand einer Vielzahl von Motorbetriebsparametern bestimmt werden, wie bspw. der Motordrehzahl, des MAP, der Krümmertemperatur, des Motorhubraums und des Motorliefergrads. Die Steuerung kann beispielsweise die Vielzahl von Motorbetriebsparametern in eine Gleichung eingeben und die Luftströmung zum Motor ausgeben. Des Weiteren kann die Luftströmung durch die Anzahl der Motorzylinder geteilt werden, um eine Zylinderluftmenge zu bestimmen.

[0044] Bei **304** beinhaltet das Verfahren **300** ein Bestimmen, ob eine Emissionsbegrenzungsvorrichtungs-Erheizungsbedingung vorliegt. Als ein Beispiel liegt die Emissionsbegrenzungsvorrichtungs-Erheizungsbedingung als Reaktion auf einen Kaltstartzustand vor. Somit kann die Emissionsbegrenzungsvorrichtungs-Erheizungsbedingung mit dem Kaltstartzustand zusammenfallen. Der Kaltstartzustand kann beispielsweise bestätigt werden, wenn die Motortemperatur unter einer ersten Grenztemperatur liegt. Die erste Grenztemperatur kann einem positiven Temperaturwert ungleich Null entsprechen, der in einem Speicher der Steuerung gespeichert ist und über dem der Motor als warm und bei einer stationären Betriebstemperatur betrachtet wird. Als ein anderes Beispiel kann der Kaltstartzustand bestätigt werden, wenn die Motortemperatur beim Motorstart (bspw., wenn der Motor von einer Drehzahl von Null auf eine Drehzahl ungleich Null angelassen wird und Kraftstoff und Zündung bereitgestellt werden, um die Verbrennung einzuleiten) im Wesentlichen der Umgebungstemperatur entspricht (z. B. innerhalb eines Grenzbereichs für die Umgebungstemperatur, etwa innerhalb von 10 °C, liegt). Als ein weiteres Beispiel kann

der Kaltstartzustand bestätigt werden, wenn der Motor länger als einen Grenzzeitraum inaktiv war, der einer Zeitspanne ungleich Null (z. B. Minuten, Stunden oder Tage) entsprechen kann, in welcher der Motor erwartungsgemäß etwa auf Umgebungstemperatur abkühlt.

[0045] Als ein anderes Beispiel kann die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung bestätigt werden, wenn einer oder beide von dem Katalysator und dem OPF unter ihrer jeweiligen gewünschten Betriebstemperatur liegen. Als ein Beispiel kann es sich bei den gewünschten Betriebstemperaturen um Anspringtemperaturen des Katalysators und des OPF handeln. Die Anspringtemperatur des Katalysators kann eine vorgegebene, im Speicher der Steuerung gespeicherte zweite Grenztemperatur sein, oberhalb derer eine hohe katalytische Effizienz erreicht wird, was den Katalysator in die Lage versetzt, Fahrzeugemissionen effektiv zu verringern, um ein Beispiel zu nennen. Analog dazu kann die Anspringtemperatur des OPF eine vorgegebene, im Speicher der Steuerung gespeicherte dritte Grenztemperatur sein, bei oder über welcher die Rußemission effizient verringert wird. Der Katalysator und/oder das OPF können während des Kaltstartzustands, zum Beispiel, unter ihrer jeweiligen Anspringtemperatur liegen.

[0046] In einem weiteren Beispiel können die gewünschten Betriebstemperaturen Regenerationstemperaturschwellenwerten des Katalysators und des OPF entsprechen, und die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung kann des Weiteren als Reaktion auf einen Regenerationzustand vorliegen. Wie vorstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben, kann der OPF-Regenerationzustand, und damit die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung, als Reaktion darauf bestätigt werden, dass die Rußbelastung des OPF über einer Grenzußbelastung liegt. Die Grenzußbelastung kann eine vorgegebene, im Speicher der Steuerung gespeicherte Grenzußbelastung ungleich Null sein, bei welcher das OPF, als ein Beispiel, nahezu ausgelastet ist, und/oder bei welcher ein durch das beladene Filter entstandener Abgasgedruck die Leistungsfähigkeit des Motors beeinträchtigen kann. Somit kann die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung mit dem Regenerationzustand zusammenfallen. Der Regenerationstemperaturschwellenwert des Katalysators kann eine vorgegebene, im Speicher der Steuerung gespeicherte vierte Grenztemperatur ungleich Null sein, welche höher als die zweite Grenztemperatur ist und bei oder über welcher eine Katalysatorregeneration erfolgt. Beispielsweise kann Schwefel im Abgas die katalytische Aktivität des Katalysators reduzieren, und ein Erhitzen des Katalysator über dessen Regenerationstemperaturschwellenwert kann eine Entschwefelung des Katalysators zum Wiederherstellen

einer höheren katalytischen Aktivität bewirken. Dem ähnlich kann der Regenerationstemperaturschwellenwert des OPF eine vorgegebene, im Speicher der Steuerung gespeicherte fünfte Grenztemperatur ungleich Null sein, welche höher als die dritte Grenztemperatur ist und bei oder über welcher Rußpartikel mit einer schnelleren Rate aus dem OPF verbrannt werden, als sich neue Rußpartikel ablagern. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann der Regenerationstemperaturschwellenwert des Katalysators und des OPF jeweils 600 °C betragen.

[0047] Falls die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung nicht vorliegt, geht das Verfahren **300** zu **306** über und beinhaltet, dass keine Luft zum Auslasskanal über das Lufteinblasesystem bereitgestellt wird. Beispielsweise werden ein Lufteinblasesystem-Regelventil (z. B. das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** in **Fig. 1**), ein Katalysator-Regelventil (z. B. das erste Regelventil **82** in **Fig. 1**) und ein OPF-Regelventil (z. B. das zweite Regelventil **86** von **Fig. 1**) geschlossen gehalten (bspw. in der komplett geschlossenen Stellung). Das Lufteinblasesystem-Regelventil kann als Primärventil zum Zulassen eines Luftstroms aus einem Einlasskanal des Motors in das Lufteinblasesystem, zum Beispiel, dienen, wohingegen das Katalysator-Regelventil und das OPF-Regelventil derart positioniert sein können, dass sie den Strom aus dem Lufteinblasesystem zum Katalysator bzw. zum OPF regulieren. Bei komplett geschlossenem Lufteinblasesystem-Regelventil wird keine Luft aus dem Einlasskanal in das Lufteinblasesystem eintreten. Mit komplett geschlossenem Katalysator-Regelventil und OPF-Regelventil wird keine Luft aus dem Lufteinblasesystem in den Auslasskanal austreten. Das Verfahren **300** kann von **306** zu **332** übergehen, um den elektrisch unterstützten Turbolader zum Bereitstellen des gewünschten Ladedrucks zu betreiben, wie nachstehend beschrieben.

[0048] Liegt die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung bei **304** stattdessen vor, so geht das Verfahren **300** zu **308** über und beinhaltet ein Öffnen des Lufteinblasesystem-Regelventils bei gleichzeitigem Einstellen der Drosselstellung, um eine gewünschte Luftströmung zum Motor aufrechtzuerhalten. Durch Öffnen des Lufteinblasesystem-Regelventils ohne Kompensation wird beispielsweise der Luftstrom zum Motor verringert, der zur Verbrennung verwendet werden würde, und der vom Fahrer vorgegebene Drehmomentbedarf wird möglicherweise nicht gedeckt. Aus diesem Grund kann ein Drosselventil, das sich im Einlasskanal stromabwärts eines Einlasses in das Lufteinblasesystem befindet, auf eine weiter geöffnete Stellung eingestellt werden, um den gewünschten Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten, wenn das Lufteinblasesystem-Regelventil geöffnet ist. Als ein Beispiel kann die Drosselstellung auf der Grundlage eines Vergleichs des (momentanen) Luftstroms zum Motor mit dem gewünschten

Luftstrom zum Motor über eine Rückkopplungsschleife eingestellt werden, etwa durch Einstellen des Drosselventils auf eine weiter offene Stellung als Reaktion darauf, dass der Luftstrom zum Motor geringer als der gewünschte Luftstrom zum Motor ist, und durch Einstellen des Drosselventils auf eine weiter geschlossene Stellung als Reaktion darauf, dass der Luftstrom zum Motor stärker als der gewünschte Luftstrom zum Motor ist. Wenn zum Beispiel eine erhöhte Luftmenge zum Lufteinblasesystem gelenkt wird, kann die Stellung der Drossel weiter geöffnet werden, um den Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten.

[0049] Des Weiteren kann die Steuerung, als ein Beispiel, das Lufteinblasesystem-Regelventil auf eine komplett offene Stellung betätigen, um den Luftstrom in das Lufteinblasesystem zu maximieren. In anderen Beispielen kann die Steuerung das Lufteinblasesystem-Regelventil auf eine offene Stellung betätigen, die auf der Grundlage eines gewünschten Durchsatzes und/oder Drucks der Luft im Lufteinblasesystem ausgewählt wird. Wenn der gewünschte Durchsatz und/oder Druck beispielsweise steigt, kann das Lufteinblasesystem-Regelventil weiter geöffnet werden, und wenn der gewünschte Durchsatz und/oder Druck sinkt, kann das Lufteinblasesystem-Regelventil auf einen geringeren Öffnungsgrad eingestellt werden. In einigen Beispielen kann die Steuerung des Weiteren momentane Druck- und Strömungscharakteristika des Motorsystems in die Auswahl der offenen Stellung einbeziehen. Als ein Beispiel kann die Steuerung den MAF, den Drosseleinlassdruck, einen Abgasdruck und den gewünschten Durchsatz und/oder Druck der Luft im Lufteinblasesystem in eine(n) oder mehrere Nachschlagtabellen, Diagramme oder Algorithmen eingeben, welche die entsprechende Stellung für das Lufteinblasesystem-Regelventil zum Erzeugen des gewünschten Durchsatzes und/oder Drucks ausgeben können. Als ein anderes Beispiel kann die Steuerung eine logische Bestimmung (bspw. hinsichtlich der Stellung des Lufteinblasesystem-Regelventils) treffen, die auf Logikregeln beruht, welche mit dem Drosseleinlassdruck im Zusammenhang stehen. Die Steuerung kann daraufhin ein Steuersignal generieren, das an das Lufteinblasesystem-Regelventil gesendet wird, um das Lufteinblasesystem-Regelventil auf die gewünschte Stellung einzustellen.

[0050] Bei **310** beinhaltet das Verfahren **300** ein Betreiben des elektrisch unterstützten Turboladers, um den Luftstrom und die Hitze zu steigern, welche dem Katalysator und dem OPF zugeführt werden. Wie weiter oben unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben, kann der elektrisch unterstützte Turbolader einen Verdichter beinhalten, der im Motoreinlass gekoppelt ist (bspw. den Verdichter **115**) und von einer Turbine angetrieben wird, die im Auslasskanal stromaufwärts des Katalysators und des OPF gekoppelt ist (bspw. der Turbine **111**). Der elektrisch unterstütz-

te Turbolader kann des Weiteren einen Elektromotor (z. B. den Elektromotor **122**) aufweisen, der zum Bereitstellen von zusätzlichem Drehmoment zum Antreiben des Verdichters betrieben werden kann. Deshalb kann das Verfahren, als ein Beispiel, ein Öffnen (z. B. komplettes Öffnen) eines Bypassaktors der Turbine und ein Betreiben des Elektromotors zum Bereitstellen des gewünschten Ladedrucks beinhalten. Das Öffnen des Bypassaktors ermöglicht es, dass Abgas durch den Bypass statt durch die Turbine strömt, was einen Wärmebetrag im Abgas stromabwärts der Turbine erhöht, indem der Wärmeverlust an der Turbine verringert wird, und das Betätigen des Elektromotors gleicht den reduzierten Abgasstrom durch die Turbine aus, indem positives Elektromotormoment aufgebracht wird, um den Verdichter zum Drehen zu bringen. In einem Beispiel beinhaltet das Aufbringen des positiven Elektromotormoments ein Schätzen einer Verdichterdrehzahl, die den gewünschten Ladedruck bereitstellen wird, wie bspw. anhand einer Nachschlagetabelle, eines Diagramms oder Algorithmus, und ein anschließendes Schätzen einer Elektromotordrehzahl des Elektromotors (oder eines Grads der elektrischen Unterstützung), welche die geschätzte Verdichterdrehzahl bereitstellen wird. Die Steuerung kann dann einen Arbeitszyklus anpassen, der dem Elektromotor vorgegeben wird, um den Elektromotor mit der geschätzten Elektromotordrehzahl zu betreiben. In dieser Weise kann ein Betrag aus dem Abgas abgeleiteter Energie, die dem Katalysator und dem OPF zugeführt wird, erhöht werden, ohne die Motordrehzahl anzuheben und ohne Motorleistung einzubüßen. Des Weiteren, insbesondere, wenn ein Kaltstartzustand vorliegt, kann die Steuerung einen kalibrierten Zeitraum (bspw. etwa 3 Sekunden) abwarten oder warten, bis am elektrisch unterstützten Turbolader ein kalibrierter Öldruck (bspw. etwa 30 PSI) erreicht ist, bevor der elektrisch unterstützte Turbolader betrieben wird, um den Verschleiß der Lager zu mindern.

[0051] Als ein anderes Beispiel kann das Verfahren zusätzlich oder alternativ ein Betreiben des elektrisch unterstützten Turboladers beinhalten, um den Ladedruck über den gewünschten Ladedruck anzuheben und so einen Einlassdruck des Lufteinblasesystem-Regelventils zu erhöhen und einen stärkeren Luftstrom durch das Lufteinblasesystem zu fördern. Als ein Beispiel kann der Ladedruck um einen vorgegebenen Betrag über den gewünschten Ladedruck (z. B. 5 PSI über den gewünschten Ladedruck) angehoben werden, sodass der Ladedruckanstieg für alle Ladedruckwerte gleich ist. Als ein anderes Beispiel kann der Ladedruck um einen Prozentsatz des gewünschten Ladedrucks (z. B. 5 % des gewünschten Ladedrucks) erhöht werden, sodass der Ladedruckanstieg basierend auf dem Ladedruckwert variiert. Als ein weiteres Beispiel kann der Ladedruck ungeachtet des gewünschten Ladedrucks auf einen einzelnen vorgegebenen Ladedruckwert erhöht werden. Der Elektro-

motor kann zum Erhöhen der Verdichterdrehzahl betrieben werden, um den höheren Ladedruck bereitzustellen, wie bspw. durch Schätzen einer Verdichterdrehzahl, die den erhöhten Ladedruck bereitstellen wird (z. B. anhand einer Nachschlagetabelle, eines Diagramms oder Algorithmus), und anschließendes Schätzen einer Elektromotordrehzahl, welche die geschätzte Verdichterdrehzahl bereitstellen wird (z. B. anhand einer Nachschlagetabelle, eines Diagramms oder Algorithmus), wie vorstehend beschrieben. Des Weiteren kann das Drosselventil weiter eingestellt werden, um den erhöhten Ladedruck auszugleichen, der durch den elektrisch unterstützten Turbolader bereitgestellt wird. Beispielsweise kann das Drosselventil weiter geschlossen werden, wenn der Ladedruck über den gewünschten Ladedruck ansteigt, um den gewünschten Luftstrom zum Motor für die Verbrennung aufrechtzuerhalten. In Beispielen, in denen das Motorsystem keinen elektrisch unterstützten Turbolader beinhaltet, kann **310** jedoch wegfallen und das Verfahren **300** stattdessen direkt von **308** zu **312** übergehen.

[0052] Bei **312** beinhaltet das Verfahren **300** ein Schätzen eines Gesamtluftstroms in das Luftereinblasesystem auf der Grundlage der Stellung des Luftereinblasesystem-Regelventils und des Drossel-einlassdrucks (TIP). Als ein Beispiel kann die Steuerung die Stellung des Luftereinblasesystem-Regelventils und den Drossel-einlassdruck in eine Nachschlagetabelle, einen Algorithmus oder eine Funktion eingeben, welche den geschätzten Gesamtluftstrom in das Luftereinblasesystem ausgeben können. Als ein anderes Beispiel kann die Steuerung den Gesamtluftstrom in das Luftereinblasesystem auf der Grundlage einer Ausgabe eines Druckmessumformers im Luftspeicher schätzen. So kann die Steuerung beispielsweise eine logische Bestimmung (bspw. hinsichtlich der Position des Gesamtluftstroms in das Luftereinblasesystem) treffen, die auf Logikregeln beruht, welche in einem Verhältnis mit der Ausgabe des Druckmessumformers stehen.

[0053] Bei **314** beinhaltet das Verfahren **300** ein Bestimmen, ob der Luftdruck des Luftspeichers über einem Grenzdruck liegt. Der Grenzdruck kann ein vorgegebener Druck ungleich Null sein, mit dem gewährleistet wird, dass ausreichend Luft für die Zufuhr zum Katalysator und/oder dem OPF verfügbar ist. Als ein nicht einschränkendes Beispiel kann der Grenzdruck etwa 30 PSI betragen. Wenn der Luftdruck des Luftspeichers nicht über dem Grenzdruck liegt, geht das Verfahren **300** zu **316** über und beinhaltet, dass das Katalysator-Regelventil und das OPF-Regelventil geschlossen gehalten werden. Somit kann dem Katalysator und dem OPF keine Luft über das Luftereinblasesystem bereitgestellt werden, während der Luftspeicher aufgefüllt wird. Als ein Beispiel kann der Abgasdruck höher als der Druck im Luftereinblasesystem sein, wenn der Luftdruck des Luftspeichers nicht

über dem Grenzdruck liegt, was dazu führen würde, dass Abgas in das Luftereinblasesystem strömen würde, wenn das Katalysator-Regelventil und das OPF-Regelventil geöffnet werden würden.

[0054] Wenn der Luftdruck des Luftspeichers über dem Grenzdruck liegt, geht das Verfahren **300** zu **318** über und beinhaltet, dass das Katalysator-Regelventil und/oder das OPF-Regelventil geöffnet werden. Wenn beispielsweise die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung einen Kaltstartzustand beinhaltet, können sowohl das Katalysator-Regelventil als auch das OPF-Regelventil geöffnet werden, um jedem von dem Katalysator und dem OPF zusätzlichen Luftstrom bereitzustellen. Als ein anderes Beispiel können nur das Katalysator-Regelventil geöffnet werden, wenn die Luftströmung durch den Katalysator stromabwärts zum OPF erfolgen kann, und das OPF-Regelventil geschlossen gehalten werden. Wenn einer von dem Katalysator und dem OPF eine bei oder über der jeweils gewünschten Betriebstemperatur liegende Betriebstemperatur aufweist, kann das entsprechende Regelventil als ein weiteres Beispiel geschlossen gehalten (z. B. komplett geschlossen) werden. Wenn die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung zum Beispiel einen OPF-Regenerationszustand einschließt und der Katalysator über seiner Anspringtemperatur liegt, kann nur das OPF-Regelventil geöffnet werden, wobei die Zufuhr überschüssigen Sauerstoffs zum Katalysator über das Luftereinblasesystem verhindert wird, indem das Katalysator-Regelventil geschlossen gehalten wird. In dieser Weise können eine gewünschte Sauerstoffspeicherung des Katalysators aufrechterhalten und ein Auftreten von Sauerstoffdurchbruch reduziert werden.

[0055] In Beispielen, in denen das Luftereinblasesystem den Luftspeicher nicht beinhaltet, kann das Verfahren **300** weiterhin von **312** direkt zu **318** übergehen. Als ein Beispiel können das Katalysator-Regelventil und/oder das OPF-Regelventil geöffnet werden, nachdem eine Grenzdauer seit dem Öffnen des Luftereinblasesystem-Regelventils abgelaufen ist. Als ein Beispiel kann die Grenzdauer ein Zeitraum ungleich Null sein, der es ermöglicht, dass sich im Luftereinblasesystem ein hinreichender Druck aufbaut, bevor das Katalysator-Regelventil und/oder das OPF-Regelventil geöffnet wird. Die Steuerung kann beispielsweise die Stellung des Luftereinblasesystem-Regelventils und den Drossel-einlassdruck in eine Nachschlagetabelle oder einen Algorithmus eingeben, die bzw. der die Grenzdauer ausgeben kann.

[0056] Bei **318** beinhaltet das Verfahren ein Einstellen der Stellung des Katalysator-Regelventils auf der Grundlage des Gesamtluftstroms durch das Luftereinblasesystem und der Temperatur des Katalysators, wie bei **320** angegeben, und es beinhaltet ein Ein-

stellen der Stellung des OPF-Regelventils auf der Grundlage des Gesamtluftstroms durch das Lufteinblasesystem und der Temperatur des OPF, wie bei **322** angegeben. Somit können das Katalysator-Regelventil und das OPF-Regelventil anhand verschiedener Rückkopplungssignale (z. B. bzgl. der Temperatur des Katalysators bzw. der Temperatur des OPF) unabhängig eingestellt (einschließlich geschlossen gehalten oder auf geschlossen eingestellt) werden. Wenn beispielsweise eine Differenz zwischen der Temperatur des Katalysators und der gewünschten Betriebstemperatur des Katalysators zunimmt (bspw. die Temperatur des Katalysators weiter unter der gewünschten Betriebstemperatur des Katalysators liegt), kann das Katalysator-Regelventil auf eine weiter offene Stellung eingestellt werden, und wenn die Differenz zwischen der Temperatur des Katalysators und der gewünschten Betriebstemperatur des Katalysators abnimmt, kann das Katalysator-Regelventil auf eine weniger offene Stellung eingestellt werden. Analog dazu kann das OPF-Regelventil auf eine weiter offene Stellung eingestellt werden, wenn eine Differenz zwischen der Temperatur des OPF und der gewünschten Betriebstemperatur des OPF zunimmt (bspw. die Temperatur des OPF weiter unter der gewünschten Betriebstemperatur des OPF liegt), und das OPF-Regelventil kann auf eine weniger offene Stellung eingestellt werden, wenn die Differenz zwischen der Temperatur des OPF und der gewünschten Betriebstemperatur des OPF abnimmt.

[0057] In einigen Beispielen, in denen der Luftstrom jedem von dem Katalysator und dem OPF über das Lufteinblasesystem bereitgestellt wird, kann einer von dem Katalysator und dem OPF seine jeweilige gewünschte Betriebstemperatur vor dem jeweils anderen erreichen. Als ein Beispiel kann der Katalysator seine Anspringttemperatur erreichen, während das OPF unter seiner Anspringttemperatur bleibt, und umgekehrt. In einem solchen Beispiel kann das Regelventil, das zu der Emissionsbegrenzungsvorrichtung gehört, welche bei oder nahe der für sie gewünschten Betriebstemperatur liegt, geschlossen werden, wohingegen das Regelventil, das zu der Emissionsbegrenzungsvorrichtung gehört, die unter der für sie gewünschten Betriebstemperatur liegt, offen gehalten werden kann. Damit kann das Einstellen der Stellung des Katalysator-Regelventils auf der Grundlage des Gesamtluftstroms durch das Lufteinblasesystem und der Temperatur des Katalysators bei **320** ein komplettes Schließen des Katalysator-Regelventils als Reaktion darauf, dass der Katalysator seine gewünschte Betriebstemperatur erreicht, beinhalten, und das Einstellen der Stellung des OPF-Regelventils auf der Grundlage des Gesamtluftstroms durch das Lufteinblasesystem und der Temperatur des OPF bei **322** kann ein komplettes Schließen des OPF-Regelventils als Reaktion darauf, dass das OPF seine gewünschte Betriebstemperatur erreicht, beinhalten, was zumindest in einem Beispiel gilt. In anderen Beispielen,

etwa, wenn der OPF-Regenerationszustand vorliegt, kann das OPF-Regelventil dabei aber als Reaktion darauf, dass das OPF seine gewünschte Betriebstemperatur erreicht, wenigstens teilweise offen gehalten werden, damit ein zusätzlicher Luftstrom zur Rußoxidation bereitgestellt werden kann. Als ein Beispiel kann das OPF-Regelventil auf einer Stellung offen gehalten werden, die derart ausgewählt wird, dass ein gewünschter Luftstrom zum OPF zur OPF-Regeneration erreicht wird.

[0058] Bei **324** beinhaltet das Verfahren **300** ein Einstellen der Kraftstoffversorgung des Motors, damit für die Emissionsbegrenzungsvorrichtungserhitzungsbedingung ein gewünschtes Luft/Kraftstoff-Verhältnis (LKV) erreicht wird. Beispielsweise kann der Motor ein Motor mit Fremdzündung sein, der zumindest teilweise mit Benzin versorgt wird und nominell mit einem LKV bei oder nahe der Stöchiometrie betrieben werden kann (bei der das Luft-Kraftstoff-Gemisch eine Reaktion mit vollständiger Verbrennung herbeiführt). Während eines Kaltstarts kann der Motor mit einem reichen LKV betrieben werden; dabei wird mehr Kraftstoff bereitgestellt als zum Herbeiführen einer Reaktion mit vollständiger Verbrennung. Da allerdings durch das Lufteinblasesystem zusätzlicher Luftstrom bereitgestellt wird, kann das LKV über die Anreicherung beim Kaltstart hinaus weiter angereichert werden, um beim Katalysator ein gewünschtes LKV, und damit den gewünschten Sauerstoffgehalt, aufrechtzuerhalten. Als ein Beispiel kann die Steuerung eine weitere Anreicherung der Kraftstoffversorgung des Motors von etwa 5 % veranlassen (bspw. kann das gewünschte LKV um 5 % reicher als die traditionelle Anreicherung bei Kaltstart sein), wenn die Emissionsbegrenzungsvorrichtungserhitzungsbedingung einen Kaltstartzustand beinhaltet. Somit kann der Motor Abgas mit einem reichen LKV erzeugen, das Gemisch des fetten Abgases aus dem Motor kann mithilfe der Einlassluft aus dem Lufteinblasesystem allerdings vermagert werden, um ein stöchiometrisches Gemisch hervorzu bringen. Das fette Abgas, das unverbrannten Kraftstoff enthält, vermischt sich mit der (mageren) Einlassluft aus dem Sekundäreinblasesystem stromaufwärts des Katalysator und/oder des OPF, wodurch stromaufwärts des Katalysators und/oder des OPF eine exotherme Reaktion entsteht. Wenn zum Beispiel sowohl dem Katalysator als auch dem OPF ein Einlassluftstrom über das Lufteinblasesystem bereitgestellt wird, wird das fette Abgas aus dem Motor stromaufwärts des Katalysators durch den Luftstrom aus dem Lufteinblasesystem vermagert, um beim Katalysator eine exotherme Reaktion zu erzeugen, wodurch die Temperatur des Katalysators steigt, und stromaufwärts des OPF (und stromabwärts des Katalysators) erneut vermagert, um an einer Fläche des OPF eine weitere Reaktion zu erzeugen, wodurch die Temperatur des OPF steigt.

[0059] Als ein anderes Beispiel kann das gewünschte LKV ein reiches LKV sein, wenn die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung einen Regenerationszustand einschließt. So kann die Steuerung das gewünschte LKV zum Beispiel derart festlegen, dass es eine Anreicherung von ungefähr 5 % aufweist. Somit kann die Steuerung einen LKV-Sollwert auf das für die jeweilige Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung gewünschte LKV aktualisieren. Falls die angereicherte Kraftstoffversorgung während der OPF-Regeneration eine Abkühlung des Katalysators bewirkt, kann die Steuerung des Weiteren den Zündzeitpunkt nach spät verstellen, um einen Wärmebetrag im Abgas zu erhöhen und/oder etwas Einlassluft über das Lufteinblasesystem bereitzustellen und dadurch die Temperatur des Katalysators über dessen Anspringtemperatur zu halten. Als ein Beispiel kann eine Menge (oder ein Durchsatz) an Einlassluft, die dem Katalysator während der OPF-Regeneration bereitgestellt wird, geringer als die Menge (oder der Durchsatz sein, welche während der Katalysatorerhitzung (bspw. für einen Kaltstart oder eine Katalysatorregeneration) bereitgestellt wird, wobei das Katalysator-Regelventil in geringerem Grad geöffnet wird.

[0060] Als ein Beispiel kann das Einstellen der Kraftstoffversorgung des Motors zum Erreichen des gewünschten LKV ein Bestimmen einer Kraftstoffeinspritzmenge auf der Grundlage der Zylinderluftmenge (wie weiter oben bzgl. 302 bestimmt) und des gewünschten LKV und ein Senden eines Signals an Kraftstoffeinspritzvorrichtungen des Motors mit einer Impulsbreite, die der Kraftstoffeinspritzmenge entspricht, beinhalten. So kann die Steuerung die Kraftstoffeinspritzmenge beispielsweise durch Dividieren der Zylinderluftmenge durch das gewünschte LKV berechnen. Darüber hinaus kann die Steuerung Rückkopplungen von einem Abgassensor (z. B. dem in **Fig. 1** gezeigten Abgassensor **126**) verwenden, um die Kraftstoffversorgung des Motors im Hinblick auf das Erreichen des gewünschten LKV weiter einzustellen.

[0061] Bei **326** beinhaltet das Verfahren **300** ein Bestimmen, ob die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung noch vorliegt. Als ein Beispiel liegt die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung noch vor, wenn die Temperatur von einem oder beiden von dem Katalysator und dem OPF unter der dafür gewünschten Betriebstemperatur bleibt. Als ein anderes Beispiel liegt die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung zusätzlich oder alternativ noch vor, wenn der Regenerationszustand noch vorliegt, wie bspw., wenn die Rußbelastung des OPF über einer zweiten, geringeren Grenzüßbelastung bleibt, die auf ein regeneriertes OPF hinweist. Wenn die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung noch vorliegt, geht das Verfahren **300** zu

328 über und beinhaltet ein Fortsetzen des Bereitstellens zusätzlichen Luftstroms zum Katalysator und/oder OPF über das Lufteinblasesystem. Beispielsweise können das Katalysator-Regelventil auf der Temperatur des Katalysators beruhend weiter eingestellt werden und das OPF-Regelventil auf der Temperatur des OPF basierend weiter eingestellt werden. Der Motor kann mit eingestellter Kraftstoffversorgung für die jeweilige Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung (z. B. Kaltstart oder Regeneration) weiter betrieben werden, und der Elektromotor des elektrisch unterstützten Turboladers kann weiterhin den offenen Bypass ausgleichen und zusätzliche Aufladung bereitstellen, was zumindest in einigen Beispielen gilt. Das Verfahren **300** kann zu **326** zurückspringen, um das Bewerten fortzusetzen, ob die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung noch vorliegt.

[0062] Wenn die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung nicht mehr vorliegt, so geht das Verfahren **300** zu **330** über und beinhaltet ein komplettes Schließen des Lufteinblasesystem-Regelventils, des Katalysator-Regelventils und des OPF-Regelventils. Die Steuerung kann zum Beispiel ein Steuersignal an jedes von dem Lufteinblasesystem-Regelventil, dem Katalysator-Regelventil und dem OPF-Regelventil senden, um das jeweilige Ventil auf eine komplett geschlossene Stellung anzuweisen. Falls eines von dem Katalysator-Regelventil und dem OPF-Regelventil bereits komplett geschlossen ist, kann es alternativ dazu komplett geschlossen gehalten werden. In dieser Weise wird dem Katalysator und/oder dem OPF kein zusätzlicher Luftstrom über das Lufteinblasesystem bereitgestellt. Des Weiteren kann die Drosselstellung zeitgleich eingestellt werden, um den gewünschten Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten. Wenn das Lufteinblasesystem-Regelventil geschlossen ist, kann das Drosselventil, als ein Beispiel, auf eine weiter geschlossene Stellung eingestellt werden, da kein Luftstrom mehr vom Einlasskanal zum Lufteinblasesystem geleitet wird.

[0063] Bei **332** beinhaltet das Verfahren **300** ein Betreiben des elektrisch unterstützten Turboladers zum Bereitstellen des gewünschten Ladedrucks. Als ein Beispiel kann das Bypassventil auf eine Stellung eingestellt werden, die es ermöglicht, dass die Turbine den Verdichter bei der zum Bereitstellen des gewünschten Ladedrucks geschätzten Drehzahl zum Drehen bringt, und der Elektromotor kann deaktiviert werden. Als ein anderes Beispiel kann der Elektromotor betrieben werden, um elektrische Unterstützung für den Fall bereitzustellen, dass der Abgasstrom durch die Turbine nicht ausreicht, um den Verdichter bei der geschätzten Drehzahl zum Drehen zu bringen (bspw. sogar bei komplett geschlossenem Bypassventil), wie weiter oben in Bezug auf **Fig. 1** beschrieben.

[0064] Bei **334** beinhaltet das Verfahren **300** ein Einstellen der Kraftstoffversorgung des Motors, damit ein für eine Nichterhitzungsbedingung gewünschtes LKV erreicht wird. Das gewünschte LKV kann beispielsweise bei oder nahe der Stöchiometrie liegen, wie weiter oben beschrieben. Die Steuerung kann den LKV-Sollwert auf das für die Nichterhitzungsbedingung gewünschte LKV aktualisieren, wenn die Erhitzungsbedingung verfällt, um ein Beispiel zu nennen. Die Steuerung kann dann eine angepasste Kraftstoffeinspritzmenge auf der Grundlage der Zylinderluftmenge (wie weiter oben bei 302 bestimmt) und des aktualisierten LKV-Sollwerts bestimmen und an Kraftstoffeinspritzvorrichtungen des Motors ein Signal mit einer Pulsbreite senden, die der Kraftstoffeinspritzmenge entspricht. Im Anschluss an **334** endet das Verfahren **300**.

[0065] In dieser Weise kann das Sekundärlufteinblasesystem mit Motoraktoren (z. B. dem Drosselventil, dem elektrisch unterstützten Turbolader und der Kraftstoffversorgung des Motors) koordiniert werden, um dem Katalysator und dem OPF zusätzlichen Luftstrom zum Beschleunigen des Erhitzens sowohl bei Vorliegen von Kaltstart- als auch Regenerationszuständen bereitzustellen, ohne die Leistungsfähigkeit des Motors zu beeinträchtigen. Außerdem kann jedes Ventil des Lufteinblasesystems unabhängig betrieben werden, um ein angestrebtes Erhitzen bereitzustellen und gewünschte Betriebstemperaturen zu erreichen. In weiteren Beispielen kann die Steuerung eine Vorfüllung des Luftspeichers veranlassen, wenn eine jeweilige Bedingung einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung nicht vorliegt, damit der Luftspeicher zum Bereitstellen von zusätzlichem Luftstrom für den Auslasskanal bereit ist. Beispielsweise kann die Steuerung Teile des Verfahrens **300** opportunistisch ausführen, um Luft zum Luftspeicher strömen zu lassen, ohne dass Luft zum Katalysator und OPF strömen gelassen wird, wie bspw. durch Weglassen von Teilen, welche das Erhitzen einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung beinhalten (z. B. **304**, **318-328** und **334**).

[0066] Wie anhand der Beispiele in dieser Schrift veranschaulicht, kann das Verfahren zum Betreiben und Durchführen von Maßnahmen als Reaktion auf eine Bestimmung einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung beinhalten: Arbeiten bei eben dieser Bedingung (bspw. Arbeiten bei verbrennendem Motor und bei einer Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung, die unter einer gewünschten Temperatur liegt), Bestimmen, ob diese Bedingung vorliegt (wie bspw. auf der Grundlage einer Sensorausgabe, z. B. Bestimmen, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung vorliegt, auf der Grundlage dessen, dass die Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung unter der gewünschten Temperatur liegt), und Durchführen von Maßnahmen als Reaktion dar-

auf, sowie ein Arbeiten, ohne dass eben diese Bedingung vorliegt, Bestimmen, dass die Bedingung nicht vorliegt, und Durchführen einer anderen Maßnahme als Reaktion darauf. Beispielsweise kann das Verfahren beinhalten, dass als Reaktion auf eine Bestimmung, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung vorliegt, Einlassluft zum Motor und zur Emissionsbegrenzungsvorrichtung durch Arbeiten in einem ersten Modus (bspw. einem Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsmodus) bereitgestellt wird; und als Reaktion auf eine Bestimmung, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung nicht vorliegt (z. B. eine Nichterhitzungsbedingung vorliegt), kann das Verfahren beinhalten, dass Einlassluft an den Motor allein durch Arbeiten in einem zweiten Modus (bspw. einem Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Nichterhitzungsmodus) bereitgestellt wird. Des Weiteren können die im Speicher gespeicherten Anweisungen ein Bestimmen, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung vorliegt, ausgehend von einem oder mehreren von einem Motorkühlmitteltemperatursensor und einem Abgastemperatursensor, stromaufwärts der Emissionsbegrenzungsvorrichtung gekoppelt, und ein darauf reagierendes Bereitstellen von Einlassluft zu dem Motor und der Emissionsbegrenzungsvorrichtung mittels Anweisungen zum Senden von Signalen an eine Vielzahl von Regelventilen in einem Sekundärlufteinblasesystem, ein Drosselventil, einen Elektromotor eines Turboladers und ein Bypassventil eines Turboladers beinhalten. Die im Speicher gespeicherten Anweisungen können zudem ein Bestimmen, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erhitzungsbedingung nicht vorliegt, ausgehend von einem oder mehreren von dem Motorkühlmitteltemperatursensor und dem Abgastemperatursensor, und ein darauf reagierendes Bereitstellen von Einlassluft an den Motor allein mittels Anweisungen zum Senden eines anderen Sets Signale an das Drosselventil, den Elektromotor des Turboladers und das Bypassventil des Turboladers beinhalten. In einigen Beispielen kann das Verfahren ein Bestimmen, ob eines oder mehrere jeweils von dem Bereitstellen von Einlassluft an den Motor und dem Bereitstellen von Einlassluft an die Emissionsbegrenzungsvorrichtung durchzuführen sind, auf der Grundlage einer Bestimmung darüber, ob die Erhitzungsbedingung vorliegt, und einer Bestimmung darüber, ob die Nichterhitzungsbedingung vorliegt, beinhalten.

[0067] Sodann zeigt **Fig. 4** ein beispielhaftes Zeitdiagramm **400** bezüglich des Einstellens des Betriebs eines Motorsystems, das ein Sekundärlufteinblasesystem (z. B. das Lufteinblasesystem **70** von **Fig. 1**) beinhaltet, um das Erhitzen eines Katalysators und eines OPF, das in einem Auslasskanal stromabwärts des Katalysators positioniert ist, sowohl bei Vorliegen eines Kaltstartzustands als auch eines OPF-Regenerationszustands zu beschleunigen. Beispielsweise

kann eine Steuerung (z. B. Steuerung **12** von **Fig. 1** und **Fig. 2**) die Einstellungen gemäß dem Verfahren von **Fig. 3** vornehmen. Es sind gezeigt: die Motordrehzahl mit Verlauf **402**, die Drosselposition (TP) mit Verlauf **404**, eine Temperatur des Katalysators (T_{Kat}) mit Verlauf **406**, eine Temperatur des OPF (T_{OPF}) mit Verlauf **408**, die Rußbeladung des OPF (z. B. die Partikelbeladung des OPF) mit Verlauf **410**, ein LKV-Sollwert mit Verlauf **412**, eine Stellung des Lufteinblasesystem-Regelventils mit Verlauf **414**, eine Stellung des Katalysator-Regelventils mit Verlauf **416**, eine Stellung des OPF-Regelventils mit Verlauf **418**, eine Stellung des Bypassventils (BP) mit Verlauf **420** und ein Aktivierungsstatus eines Elektromotors des elektrisch unterstützten Turboladers (E-Turbos) mit Verlauf **422**.

[0068] Für alle vorstehend genannten Parameter repräsentiert die Horizontalachse die Zeit, wobei die Zeit auf der Horizontalachse von links nach rechts zunimmt. Die vertikale Achse stellt die jeweiligen gekennzeichneten Parameter dar. Bei den Verläufen **402**, **406**, **408** und **410** nimmt der gekennzeichnete Parameter von unten nach oben auf der Vertikalachse zu. Im Falle von Verlauf **404** zeigt die Vertikalachse die Drosselstellung von komplett geschlossen („geschlossen“) bis komplett offen („offen“), was der Beschriftung entspricht. Im Falle von Verlauf **412** stellt die Vertikalachse den LKV-Sollwert in Bezug auf die Stöchiometrie, dargestellt anhand einer gestrichelten Linie **434**, dar; magere LKV entsprechen dabei LKV, die über der Stöchiometrie (bspw. vertikal über der gestrichelten Linie **434**) liegen, und reiche LKV entsprechen LKV, welche unter der Stöchiometrie (bspw. vertikal unter der gestrichelten Linie **434**) liegen. Im Falle der Verläufe **414**, **416**, **418** und **420** zeigt die Vertikalachse die Stellung des jeweiligen Ventils von komplett geschlossen („geschlossen“) bis komplett offen („offen“) gemäß der Beschriftung. Verlauf **422** betreffend, zeigt die Vertikalachse den Aktivierungsstatus des E-Turbo-Elektromotors als „an“ (wobei der Elektromotor zum Bereitstellen von Drehmoment betrieben wird, um den Turbolader zum Drehen zu bringen) oder „aus“ (wobei der Elektromotor abgeschaltet ist und kein Drehmoment, um den Turbolader zum Drehen zu bringen, bereitstellt).

[0069] Bei Zeitpunkt t_1 wird der Motor angelassen. Die Temperatur des Katalysators (Verlauf **406**) ist niedriger als eine Anspringttemperatur des Katalysators, die als gestrichelte Linie **424** wiedergegeben ist, und die Temperatur des OPF (Verlauf **408**) ist niedriger als eine Anspringttemperatur des OPF, welche als gestrichelte Linie **426** wiedergegeben ist. Infolgedessen bestimmt die Steuerung, dass ein Kaltstartzustand vorliegt, und weiterhin, dass eine Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung vorliegt. Darauf reagierend wird zum Zeitpunkt t_2 das Lufteinblasesystem-Regelventil (z. B. das Lufteinblasesystem-Regelventil **72** von **Fig. 1**) komplett geöffnet,

sodass Einlassluft aus einem Einlasskanal des Motors, stromaufwärts eines Drosselventils, in das Lufteinblasesystem strömen kann. Zeitgleich wird die Drosselstellung auf eine weiter offene Stellung eingestellt (Verlauf **404**), um den Einlassluftstrom zum Lufteinblasesystem auszugleichen. Das Bypassventil steht zum Zeitpunkt t_2 bereits komplett offen, wie anhand des Verlaufs **420** gezeigt, und wird als Reaktion auf die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung offen gehalten. Des Weiteren stellt die Steuerung als Reaktion auf den Kaltstartzustand den LKV-Sollwert auf ein reiches LKV (Verlauf **412**) ein.

[0070] Wenn das Lufteinblasungs-Regelventil zum Zeitpunkt t_2 geöffnet worden ist, strömt Einlassluft in das Lufteinblasesystem und beginnt einen Luftspeicher (z. B. den Luftspeicher **76** von **Fig. 1**) zu füllen. Der (nicht gezeigte) Luftdruck des Speichers hat einen Grenzdruck zum Bereitstellen der Einlassluft zum Katalysator und dem OPF noch nicht erreicht, weshalb das Katalysator-Regelventil (bspw. das erste Regelventil **82** von **Fig. 1**), das derart positioniert ist, dass es die Strömung vom Lufteinblasesystem zu einem Einlass des Katalysators blockiert oder zulässt, und das OPF-Regelventil (bspw. das zweite Regelventil **86** von **Fig. 1**), das derart positioniert ist, dass es die Strömung vom Lufteinblasesystem zu einem Einlass des OPF blockiert oder zulässt, geschlossen bleiben (Verlauf **416** bzw. **418**). Darüber hinaus wird der E-Turbo noch nicht zum Steigern der Luftströmung und Wärme zum Katalysator und OPF betrieben, um eine Beeinträchtigung der E-Turbo-Lager zu mindern.

[0071] Bei Zeitpunkt t_3 endet ein kalibrierter Zeitraum zum Erreichen eines gewünschten Öldrucks an den E-Turbo-Lagern, weshalb der E-Turbo-Elektromotor aktiviert wird, um einen bereitgestellten Ladedruck über einen gewünschten Ladedruck zum Motorbetrieb anzuheben (nicht gezeigt). Darauf reagierend wird das Drosselventil auf eine weiter geschlossene Stellung eingestellt, um einen gewünschten Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten.

[0072] Zum Zeitpunkt t_4 erreicht der (nicht gezeigte) Luftdruck des Speichers den Grenzdruck zum Bereitstellen der Einlassluft an den Katalysator und das OPF. Darauf reagierend werden sowohl das Katalysator-Regelventil (Verlauf **416**) als auch das OPF-Regelventil (Verlauf **418**) auf offen angewiesen, was den Luftstrom vom Lufteinblasesystem zum Einlass des Katalysators (z. B. über das offene Katalysator-Regelventil) und zum Einlass des OPF (z. B. über das offene OPF-Regelventil) zulässt. Im beispielhaften Zeitdiagramm **400** werden zum Zeitpunkt t_4 sowohl das Katalysator-Regelventil als auch das OPF-Regelventil auf komplett offen angewiesen. Wegen des zusätzlichen Luftstroms zum Katalysator und zum

OPF wird außerdem der LKV-Sollwert auf eine höhere Anreicherung eingestellt (Verlauf **412**).

[0073] Zwischen Zeitpunkt t4 und Zeitpunkt t5 erfolgt ein Ereignis der Pedalbetätigung seitens des Fahrers, das zu einer weiteren Öffnung der Drosselstellung (Verlauf **404**) und einer Zunahme der Motordrehzahl (Verlauf **402**) führt. Trotz des gestiegenen Bedarfs nach Fahrervorgabe bleibt das Bypassventil komplett offen (Verlauf **420**), sodass heißes Abgas eine Turbine des E-Turbos umgeht und zum Katalysator geleitet wird, wobei der Elektromotor des E-Turbos Drehmoment bereitstellt, um den Turbolader anstelle der Turbine zum Drehen zu bringen. Weiterhin steigt die Rußbelastung des OPF (Verlauf **410**) an, während der Motor im Kaltstartzustand betrieben wird. Es steigen sowohl die Temperatur des Katalysators (Verlauf **406**) als auch die Temperatur des OPF (Verlauf **408**); dabei erfolgt jeder Anstieg mit einer schnelleren Rate als in dem Fall, dass die Sekundärlufteinblasung, die zusätzliche Anreicherung und der E-Turbo nicht verwendet werden würden, was anhand der gestrichelten Segmente **407** bzw. **409** angegeben ist. Die Stellung des Katalysator-Regelventils (Verlauf **416**) wird zum Teil auf der Temperatur des Katalysators (Verlauf **406**) beruhend eingestellt, sodass ein Öffnungsgrad des Katalysator-Regelventils abnimmt, wenn die Temperatur des Katalysators in Richtung von dessen Ansprings-temperatur (gestrichelte Linie **424**) ansteigt. Dem ähnlich wird die Stellung des OPF-Regelventils (Verlauf **418**) zum Teil auf der Temperatur des OPF (Verlauf **408**) beruhend eingestellt, sodass ein Öffnungsgrad des OPF-Regelventils abnimmt, wenn die Temperatur des OPF in Richtung von dessen Ansprings-temperatur (gestrichelte Linie **426**) ansteigt.

[0074] Zum Zeitpunkt t5 erreicht die Temperatur des Katalysators (Verlauf **406**) die Ansprings-temperatur des Katalysators (gestrichelte Linie **424**). Darauf reagierend wird das Katalysator-Regelventil komplett geschlossen (Verlauf **416**), sodass kein zusätzlicher Luftstrom mehr zum Einlass des Katalysators bereitgestellt wird. Dabei bleiben das Lufteinblasungs-Regelventil (Verlauf **414**) und das OPF-Regelventil (Verlauf **418**) allerdings offen, sodass die Erhitzung am OPF fortgesetzt wird, das seine Ansprings-temperatur noch nicht erreicht hat. Außerdem wird das Bypassventil offen gehalten (Verlauf **420**) und der E-Turbo weiterhin mit elektrischer Unterstützung vom Elektromotor betrieben (Verlauf **422**).

[0075] Zum Zeitpunkt t6 erreicht die Temperatur des OPF (Verlauf **408**) die Ansprings-temperatur des OPF (gestrichelte Linie **426**). Darauf reagierend wird das OPF-Regelventil komplett geschlossen (Verlauf **418**), sodass kein zusätzlicher Luftstrom mehr an den Einlass des OPF bereitgestellt wird. Weiterhin wird das Lufteinblasungs-Regelventil komplett geschlossen (Verlauf **414**), sodass keine Einlassluft mehr in

das Lufteinblasesystem strömt, und der Elektromotor des E-Turbos wird abgeschaltet (Verlauf **422**). Zeitgleich wird das Bypassventil auf eine Stellung eingestellt, die es ermöglicht, dass die Turbine den gewünschten Ladedruck für den Motorbetrieb erzielt (nicht gezeigt). Da der E-Turbo nicht mehr betrieben wird, um einen Ladedruck bereitzustellen, der über dem gewünschten Ladedruck liegt, wird das Drosselventil auf eine weiter offene Stellung eingestellt (Verlauf **404**), um einen gewünschten Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten. Da der Kaltstartzustand nicht mehr vorliegt, weil der Katalysator und das OPF ihre jeweiligen Ansprings-temperaturen erreicht haben, wird des Weiteren der LKV-Sollwert auf Stöchiometrie (Verlauf **434**) eingestellt. Die OPF-Rußbelastung nimmt weiter zu, während der Motor betrieben wird (Verlauf **410**).

[0076] Zu einem späteren Zeitpunkt t7 (z. B., nachdem ein Zeitraum verstreicht, während der Motor betrieben wird) erreicht die Rußbelastung des OPF (Verlauf **410**) einen oberen Schwellenwert für die Rußbelastung, wiedergegeben durch eine gestrichelte Linie **430**. Infolgedessen ist eine Regeneration des OPF erforderlich. Allerdings liegt die Temperatur des OPF (Verlauf **408**) unter einer Regenerationstemperaturgrenze, die anhand einer gestrichelten Linie **428** gezeigt ist. Daher wird das Lufteinblasungs-Regelventil geöffnet (Verlauf **414**), um das Einströmen von Einlassluft in das Lufteinblasesystem zuzulassen. Gleichzeitig wird das Drosselventil auf eine weiter offene Stellung eingestellt (Verlauf **404**), um den zum Lufteinblasesystem umgelenkten Luftstrom auszugleichen. Außerdem werden das Bypassventil komplett geöffnet (Verlauf **420**) und der Elektromotor des E-Turbos zur elektrischen Unterstützung betrieben (Verlauf **422**). Im Beispiel sorgt der Betrieb des E-Turbos zu Zeitpunkt t7 nicht für einen Anstieg des Ladedrucks über den gewünschten Ladedruck (nicht gezeigt), er ermöglicht es aber, dass das Bypassventil geöffnet ist, ohne dass ein Aufladungsdefizit auftritt.

[0077] Als Reaktion darauf, dass der Luftdruck des Speichers (nicht gezeigt) zum Zeitpunkt t8 den Grenzdruck erreicht, wird das OPF-Regelventil geöffnet (Verlauf **418**), um einen Einlassluftstrom zum Einlass des OPF bereitzustellen, während das Katalysator-Regelventil (Verlauf **416**) geschlossen bleibt, um den Einlassluftstrom zum Einlass des Katalysators zu verhindern. Des Weiteren wird der LKV-Sollwert auf ein reiches LKV eingestellt (Verlauf **412**), wobei das reiche LKV weniger reich ist als während des Kaltstarts (bspw. zwischen Zeitpunkt t2 und Zeitpunkt t6). Die Stellung des OPF-Regelventils (Verlauf **418**) wird zum Teil auf der Temperatur des OPF (Verlauf **408**) beruhend erneut eingestellt, und zum Zeitpunkt t9 erreicht die Temperatur des OPF die Regenerationstemperaturgrenze (gestrichelte Linie **428**). Da das OPF noch nicht regeneriert wor-

den ist (bspw., weil die Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung noch vorliegt), werden das OPF-Regelventil (Verlauf 418) und das Lufteinblasesystem-Regelventil (Verlauf 414) offen gehalten, um zusätzlichen Luftstrom zum Oxidieren von Ruß beim OPF bereitzustellen. Die Temperatur des Katalysators (Verlauf 406) sinkt aufgrund der angereicherten Kraftstoffversorgung, bleibt aber über der Anspringtemperatur des Katalysators (gestrichelte Linie 424). Daher bleibt das Katalysator-Regelventil offen (Verlauf 416). Wenn die Temperatur des OPF (Verlauf 408) über der Regenerationstemperaturgrenze (gestrichelte Linie 428) liegt, geht die OPF-Rußbelastung (Verlauf 410) zurück, da Rußablagerungen aus dem OPF verbrannt werden, und zum Zeitpunkt t10 erreicht die OPF-Rußbelastung einen unteren Schwellenwert für die Rußbelastung, die anhand einer gestrichelten Linie 432 wiedergegeben ist, was darauf hinweist, dass die OPF-Regeneration abgeschlossen ist. Wäre im Gegensatz dazu der zusätzliche Luftstrom durch das Lufteinblasesystem und durch die zusätzliche Wärmezufuhr durch Betreiben des E-Turbos mit offenem Bypassventil nicht zum OPF-Einlass bereitgestellt worden, dann wäre die OPF-Rußbelastung langsamer zurückgegangen, wie anhand eines gestrichelten Verlaufs 411 angegeben. Als Reaktion darauf, dass die OPF-Rußbelastung (Verlauf 410) den unteren Schwellenwert für die Rußbelastung (gestrichelte Linie 432) erreicht, werden das OPF-Regelventil (Verlauf 418) und das Lufteinblasesystem-Regelventil (Verlauf 414) komplett geschlossen. Zeitgleich wird das Drosselventil auf eine weiter geschlossene Stellung zurückgeführt (Verlauf 404), da ein Teil des Einlassluftstroms dem Lufteinblasesystem nicht mehr bereitgestellt wird. Das Bypassventil wird auf eine geschlossene Stellung (Verlauf 420) zurückgeführt, was es ermöglicht, dass die Turbine ausreichend Drehmoment zum Betreiben des E-Turbos bereitstellt, um den gewünschten Ladedruck bereitzustellen, und der Elektromotor des E-Turbos wird abgeschaltet (Verlauf 422). Außerdem wird der LKV-Sollwert zurück auf Stöchiometrie gestellt (Verlauf 412). Da der Motor nicht mehr bei Vorliegen einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Erheizungsbedingung arbeitet, werden die Drosselstellung und die Bypassventilstellung auf der Grundlage des vom Fahrer vorgegebenen Bedarfs eingestellt.

[0078] In dieser Weise wird ein effizientes Erhitzen von Emissionsbegrenzungsvorrichtungen mithilfe eines Lufteinblasesystems bereitgestellt, das einen elektrisch unterstützten Turbolader und einen Luftspeicher wirksam einsetzt. Die Erhitzung kann zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen geleitet werden, wie bspw. zu einem Katalysator, der stromaufwärts eines Partikelfilters gekoppelt ist, was durch separates Steuern stromaufwärts jeder Emissionsbegrenzungsvorrichtung gekoppelter Regelventile auf der Grundlage eines Erheizungsbedarfs der jeweiligen Emissionsbegrenzungsvorrich-

tung erfolgt. So kann das Lufteinblasesystem beispielsweise dazu verwendet werden, als Reaktion auf einen Kaltstartzustand stromaufwärts des Katalysators und stromaufwärts des OPF Frischluft bereitzustellen. Als ein anderes Beispiel kann das Lufteinblasesystem dazu verwendet werden, als Reaktion auf eine OPF-Regenerationsbedingung Frischluft nur stromaufwärts des OPF und nicht stromaufwärts des Katalysators bereitzustellen, wodurch mögliche Beeinträchtigungen der Sauerstoffspeicherung beim Katalysator gemindert werden. Dank des wirksamen Einsetzens des elektrisch unterstützten Turboladers kann bzw. können die Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) mit einem komplett offen stehendem Turbinenbypass erhitzt werden, wodurch Abgaswärme zu der bzw. den Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) und nicht zur Turbine geleitet wird, um das Erhitzen ohne Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Motors zu beschleunigen. Indem der Luftspeicher einbezogen wird, kann Luft während eines Kaltstarts schneller zur Zufuhr an die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen verfügbar sein, ohne dass sich dies auf die Leistungsfähigkeit des Motors auswirkt. Insgesamt können Fahrzeugemissionen reduziert werden, indem die Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) bei einem Kaltstart schnell erhöht und die Emissionsbegrenzungsvorrichtung(en) während des Motorbetriebs effizient regeneriert wird bzw. werden.

[0079] Der technische Effekt des Zuführens von Einlassluftstrom zu einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung anhand eines Lufteinblasesystems unter Hinzunahme elektrischer Unterstützung für einen Turboladerverdichter zum Aufrechterhalten des Ladedrucks besteht darin, dass eine Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung ohne Einbuße der Leistungsfähigkeit des Motors zügig erhöht werden kann.

[0080] Als ein Beispiel umfasst ein Verfahren: als Reaktion auf eine Erheizungsbedingung, Strömenlassen von Luft von einem Einlass eines Motors zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Lufteinblasesystem bei gleichzeitigem Betreiben eines Turboladers über einen Elektromotor, um zum Erzeugen von Motordrehmoment einen erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten. Im vorhergehenden Beispiel gilt zusätzlich oder optional, dass die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen in einem Auslasskanal des Motors gekoppelt sind, das Lufteinblasesystem den Einlass von stromaufwärts eines Drosselventils zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen koppelt und das Lufteinblasesystem ein Rückschlagventil beinhaltet, das Strömung vom Einlass zum Auslasskanal zulässt und Strömung vom Auslasskanal zum Einlass blockiert. In einem oder beiden der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass der Turbolader einen im Einlass positio-

nierten Verdichter, einen Elektromotor und eine im Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen positionierte Turbine aufweist und dass das Betreiben des Turboladers zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor ein komplettes Öffnen eines Bypasses der Turbine, während der Verdichter anhand des Elektromotors zum Drehen gebracht wird, beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Betreiben des Turboladers über den Elektromotor zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor beinhaltet, dass ein Verdichter des Turboladers über den Elektromotor bei einer Drehzahl zum Drehen gebracht wird, die höher als zum Bereitstellen des erforderlichen Luftstroms ist, und dass das Verfahren weiter ein Einstellen des Drosselventils auf eine weiter geschlossene Stellung, um den erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten, umfasst. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Lufterinblasesystem des Weiteren ein erstes Regelventil beinhaltet, das stromaufwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das erste Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Einlass zum Lufterinblasesystem zulässt oder blockiert, und dass das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen ein Öffnen des ersten Regelventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Lufterinblasesystem des Weiteren ein zweites Regelventil beinhaltet, das stromabwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zulässt oder blockiert, und dass das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen weiterhin ein Öffnen des zweiten Regelventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen einen Drei-Wege-Katalysator und ein Ottopartikelfilter umfassen, wobei das Ottopartikelfilter im Auslasskanal stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators gekoppelt ist; dass das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; dass das Lufterinblasesystem weiterhin ein drittes Regelventil beinhaltet, das stromabwärts des Regelventils und parallel mit dem zweiten Regelventil gekoppelt ist, wobei das dritte Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Ottopartikelfilters und stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; und dass das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den meh-

ren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen weiterhin ein Öffnen des dritten Regelventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Öffnen des ersten Regelventils ein Einstellen des ersten Regelventils auf eine offene Stellung, die auf einem gewünschten Druck im Lufterinblasesystem beruhend ausgewählt wird, beinhaltet; dass das Öffnen des zweiten Regelventils ein Einstellen des zweiten Regelventils auf eine offene Stellung, die beruhend auf einer Temperatur des Drei-Wege-Katalysators, der offenen Stellung des ersten Regelventils und einem Druck an einem Einlass des Drosselventils ausgewählt wird, beinhaltet; und dass das Öffnen des dritten Regelventils ein Einstellen des dritten Regelventils auf eine offene Stellung, die beruhend auf einer Temperatur des Ottopartikelfilters, der offenen Stellung des ersten Regelventils und dem Druck am Einlass des Drosselventils ausgewählt wird, beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele umfasst das Verfahren zusätzlich oder optional des Weiteren: als Reaktion darauf, dass die Erhitzungsbedingung nicht vorliegt, Blockieren des Luftstroms vom Lufterinblasesystem zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen, indem jedes von dem ersten Regelventil, dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil komplett geschlossen oder geschlossen gehalten wird. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Lufterinblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher beinhaltet, der stromabwärts des Rückschlagventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, und dass das Öffnen des zweiten Regelventils und das Öffnen des dritten Regelventils weiterhin als Reaktion darauf erfolgt, dass ein Luftdruck im Luftspeicher im Verhältnis zu einem Grenzdruck größer oder gleich ist. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele handelt es sich bei der Erhitzungsbedingung, zusätzlich oder optional, um eines von einem Motorkaltstartzustand und einem Emissionsbegrenzungsvorrichtungs-Regenerationszustand.

[0081] Als ein anderes Beispiel umfasst ein Verfahren: als Reaktion auf eine erste Bedingung, Einstellen eines ersten Regelventils auf eine erste offene Stellung und eines zweiten Regelventils auf eine zweite offene Stellung, wobei das erste Regelventil und das zweite Regelventil in Reihe gekoppelt und derart ausgelegt sind, dass sie Luftströmung von einem Motoreinlass zu einem Motorauslasskanal stromaufwärts einer ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung blockieren oder zulassen; und, als Reaktion auf eine zweite Bedingung, komplettes Schließen oder Geschlossenhalten des ersten Regelventils und des zweiten Regelventils. Im vorhergehenden Beispiel umfasst das Verfahren, zusätzlich oder optional, weiterhin: als Reaktion auf die erste Bedingung, Einstellen eines dritten Regelventils auf eine

dritte offene Stellung, wobei das dritte Regelventil in Reihe mit dem ersten Regelventil und parallel mit dem zweiten Regelventil gekoppelt und derart ausgelegt ist, dass es Luftströmung vom Motoreinlass zum Motorauslasskanal stromaufwärts einer zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung blockiert oder zulässt; und, als Reaktion auf die zweite Bedingung, komplettes Schließen oder Geschlossenhalten des dritten Regelventils. In einem oder beiden der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass die erste Stellung zumindest teilweise auf der Grundlage eines Drucks im Motoreinlass ausgewählt wird; dass die zweite Stellung auf der Grundlage der ersten Stellung, des Drucks im Motoreinlass und einer Temperatur der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung ausgewählt wird; und die dritte Stellung auf der Grundlage der ersten Stellung, des Drucks im Motoreinlass und einer Temperatur der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung ausgewählt wird. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele umfasst das Verfahren, zusätzlich oder optional, des Weiteren, dass bei Vorliegen der ersten Bedingung ein Turbolader unter Verwendung elektrischer Unterstützung mit einem komplett offenen Bypassventil betrieben wird, wobei die elektrische Unterstützung auf der Grundlage des Motordrehmomentbedarfs eingestellt wird, und die Kraftstoffversorgung des Motors angereichert wird; und dass bei Vorliegen der zweiten Bedingung der Turbolader mit dem Bypass auf eine Stellung eingestellt betrieben wird, die auf der Grundlage des Motordrehmomentbedarfs ausgewählt wird. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass die erste Bedingung zumindest eines von einer unter einer Grenztemperatur liegenden Motortemperatur und einer Beladung der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung, die über einem oberen Schwellenwert für die Beladung liegt, einschließt, und dass die zweite Bedingung sowohl beinhaltet, dass die Motortemperatur über der Grenztemperatur liegt, als auch, dass die Beladung der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung unter einem unteren Schwellenwert für die Beladung liegt.

[0082] Als ein anderes Betreiben umfasst ein Fahrzeugsystem: einen Motor; einen Turbolader, der einen Einlassverdichter, welcher über eine Welle drehbar an eine Abgasturbine gekoppelt ist, und einen Elektromotor aufweist; ein Bypassventil, das in einer Umgehung um die Abgasturbine gekoppelt ist; einen Auslasskanal, der einen Katalysator und ein Partikelfilter aufweist, wobei der Katalysator stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts der Abgasturbine gekoppelt ist; ein Lufterinblasesystem zum Strömenlassen von Einlassluft aus einem Einlasskanal des Motors, stromabwärts des Einlassverdichters, in den Auslasskanal, stromaufwärts von jedem von dem Katalysator und dem Partikelfilter, wobei das Lufterinblasesystem eine Vielzahl von Regelventilen beinhaltet; und eine Steuerung, die ausführbare Anwei-

sungen in einem nicht transitorischen Speicher speichert, welche die Steuerung bei Ausführung zu Folgendem veranlassen: Arbeiten in einem ersten Modus, um Einlassluft zum Motor und zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter bereitzustellen, wobei das Arbeiten im ersten Modus ein Betreiben des Turboladers über den Elektromotor mit komplett offenem Bypassventil, ein Einstellen der Vielzahl von Regelventilen und ein Betreiben des Motors mit einem reichen Luft/Kraftstoff-Verhältnis beinhaltet; und Arbeiten in einem zweiten Modus, um Einlassluft nur zum Motor bereitzustellen, wobei das Arbeiten im zweiten Modus ein Betreiben des Turboladers mit dem Bypassventil auf einer Stellung, die auf der Grundlage des Motorbedarfs ausgewählt wird, und ein komplettes Schließen der Vielzahl von Regelventilen beinhaltet. Im vorhergehenden Beispiel gilt zusätzlich oder optional, dass die Vielzahl von Regelventilen ein erstes Regelventil, das an einem Einlass des Lufterinblasesystems gekoppelt ist, ein zweites Regelventil, welches an einem ersten Auslass des Lufterinblasesystems gekoppelt ist, wobei der erste Auslass stromaufwärts des Katalysators und stromabwärts der Abgasturbine an den Auslasskanal gekoppelt ist, und ein drittes Regelventil, das an einem zweiten Auslass des Lufterinblasesystems gekoppelt ist, wobei der zweite Auslass stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts des Katalysators an den Auslasskanal und parallel zum ersten Auslass gekoppelt ist, beinhaltet. In einem oder beiden der vorhergehenden Beispiele beinhaltet das Lufterinblasesystem, zusätzlich oder optional, des Weiteren einen Luftspeicher, der stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, und ein Rückschlagventil, das stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts des Luftspeichers gekoppelt ist. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das System des Weiteren ein Drosselventil, das im Einlasskanal stromabwärts des Einlasses des Lufterinblasesystems gekoppelt ist, umfasst, wobei das Arbeiten im ersten Modus als Reaktion darauf erfolgt, dass eine Temperatur von zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter unter einer Grenztemperatur liegt, und dass die Steuerung weitere im nicht transitorischen Speicher gespeicherte Anweisungen beinhaltet, die bei Ausführung während des Arbeitens im ersten Modus die Steuerung zu Folgendem veranlassen: Schätzen einer Luftströmung in das Lufterinblasesystem auf der Grundlage einer Stellung des ersten Ventils und eines Drucks am Einlass des Drosselventils; Einstellen einer Stellung des zweiten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufterinblasesystem und einer Temperatur des Katalysators; und Einstellen einer Stellung des dritten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufterinblasesystem und einer Temperatur des Partikelfilters.

[0083] In einer anderen Darstellung umfasst ein Verfahren: Betreiben eines Motors, während eine Temperatur einer Emissionsbegrenzungsvorrichtung unter einer Grenztemperatur liegt; und, als Reaktion darauf, dass die Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung unter der Grenztemperatur liegt, Strömenlassen von Luft von einem Einlass des Motors über ein Lufteinblasesystem bei gleichzeitigem Betreiben eines elektrisch unterstützten Turboladers, um einen gewünschten Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten, und Anreichern der Kraftstoffversorgung des Motors. Im vorhergehenden Beispiel gilt zusätzlich oder optional, dass die Grenztemperatur eine von einer Anspringtemperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung und einer Regenerationstemperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung ist. In einem oder beiden der vorhergehenden Beispiele beinhaltet das Anreichern der Kraftstoffversorgung des Motors, zusätzlich oder optional, ein Erhöhen einer Kraftstoffmenge im Verhältnis zu einem Betrag der Luftladung, wobei die Kraftstoffmenge derart ausgewählt wird, dass stromabwärts der Emissionsbegrenzungsvorrichtung ein stöchiometrisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis erzeugt wird. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass die Emissionsbegrenzungsvorrichtung in einem Auslasskanal des Motors gekoppelt ist und das Lufteinblasesystem den Einlass von stromaufwärts eines Drosselventils zum Auslasskanal stromaufwärts der Emissionsbegrenzungsvorrichtung über eine Leitung koppelt, und dass das Lufteinblasesystem ein in der Leitung positioniertes Rückschlagventil beinhaltet, um Strömung vom Einlass zum Auslasskanal über die Leitung zuzulassen und Strömung vom Auslasskanal zum Einlass über die Leitung zu blockieren. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass der Turbolader einen im Einlass positionierten Verdichter, einen Elektromotor und eine im Auslasskanal stromaufwärts der Emissionsbegrenzungsvorrichtung positionierte Turbine aufweist und dass das Betreiben des Turboladers zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor ein komplettes Öffnen eines Bypasses der Turbine, während der Verdichter anhand des Elektromotors zum Drehen gebracht wird, beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Lufteinblasesystem des Weiteren ein erstes Regelventil beinhaltet, das in der Leitung stromaufwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das erste Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Einlass zum Lufteinblasesystem zulässt, wenn es zumindest teilweise offen steht, und Strömung vom Einlass zum Lufteinblasesystem blockiert, wenn es komplett geschlossen ist, und dass das Strömenlassen von Luft vom Einlass zur Emissionsbegrenzungsvorrichtung ein Öffnen des ersten Regelventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Luftein-

blasesystem des Weiteren ein zweites Regelventil beinhaltet, das stromabwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal zulässt, wenn es zumindest teilweise offen steht, und Strömung vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal blockiert, wenn es komplett geschlossen ist, und dass das Strömenlassen von Luft vom Einlass zur Emissionsbegrenzungsvorrichtung des Weiteren ein Öffnen des zweiten Regelventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Öffnen des ersten Regelventils ein Anpassen einer offenen Stellung des ersten Regelventils auf der Grundlage eines gewünschten Drucks im Lufteinblasesystem beinhaltet und dass das Öffnen des zweiten Regelventils ein Anpassen einer offenen Stellung des zweiten Regelventils auf der Grundlage einer Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung, der offenen Stellung des ersten Regelventils und eines Drucks an einem Einlass des Drosselventils beinhaltet. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele umfasst das Verfahren, zusätzlich oder optional, weiterhin: als Reaktion darauf, dass die Temperatur der Emissionsbegrenzungsvorrichtung über der Grenztemperatur liegt, Blockieren des Luftstroms vom Lufteinblasesystem zur Emissionsbegrenzungsvorrichtung, indem das erste Regelventil und das zweite Regelventil komplett geschlossen oder geschlossen gehalten werden. In einem beliebigen oder allen der vorhergehenden Beispiele gilt zusätzlich oder optional, dass das Lufteinblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher beinhaltet, der in der Leitung stromabwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, und dass das Öffnen des zweiten Regelventils des Weiteren als Reaktion darauf erfolgt, dass ein Luftdruck im Luftspeicher im Verhältnis zu einem Grenzdruck größer oder gleich ist.

[0084] Es sei darauf hingewiesen, dass die in der vorliegenden Schrift enthaltenen beispielhaften Steuer- und Schätzroutinen im Zusammenhang mit verschiedenen Motor- und/oder Fahrzeugsystemauslegungen verwendet werden können. Die in der vorliegenden Schrift offenbarten Steuerverfahren und -routinen können als ausführbare Anweisungen in einem nicht transitorischen Speicher gespeichert und durch das Steuersystem, einschließlich der Steuerung, in Kombination mit den verschiedenen Sensoren, Aktoren und sonstiger Motorhardware ausgeführt werden. Die in der vorliegenden Schrift beschriebenen konkreten Routinen können eine oder mehrere aus einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien, wie etwa ereignisgesteuert, unterbrechungsgesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen, darstellen. Demnach können verschiedene veranschaulichte Maßnahmen, Vorgänge und/oder Funktionen in der dargestellten Abfolge oder parallel durchgeführt oder in einigen Fällen weggelassen werden. Gleichermaßen ist die Verarbeitungsreihenfolge nicht

zwangsläufig erforderlich, um die Merkmale und Vorteile der in der vorliegenden Schrift beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen zu erreichen; vielmehr ist sie zur besseren Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt. Eine(r) oder mehrere der veranschaulichten Maßnahmen, Vorgänge und/oder Funktionen können je nach konkret eingesetzter Strategie wiederholt durchgeführt werden. Zudem können die beschriebenen Maßnahmen, Vorgänge und/oder Funktionen grafisch Code darstellen, der in einen nicht transitorischen Speicher des computerlesbaren Speichermediums in dem Motorsteuersystem zu programmieren ist, wobei die beschriebenen Maßnahmen durch Ausführen der Anweisungen in einem System, das die verschiedenen Motorhardwarekomponenten in Kombination mit der elektronischen Steuerung umfasst, ausgeführt werden.

[0085] Es versteht sich, dass die in der vorliegenden Schrift offenbarten Auslegungen und Routinen beispielhafter Natur sind und diese konkreten Ausführungsformen nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen sind, da zahlreiche Variationen möglich sind. Beispielsweise kann die vorstehende Technik auf V6-, 14-, I6-, V12-, 4-Zylinder-Boxer- und andere Motorarten angewendet werden. Der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung umfasst alle neuartigen und nicht naheliegenden Kombinationen und Unterkombinationen der verschiedenen Systeme und Auslegungen und sonstige in der vorliegenden Schrift offenbarte Merkmale, Funktionen und/oder Eigenschaften.

[0086] Im vorliegenden Zusammenhang ist der Begriff „etwa“ so gemeint, dass er plus oder minus fünf Prozent des jeweiligen Bereichs bedeutet, es sei denn, es ist etwas anderes angegeben.

[0087] Die nachstehenden Ansprüche heben bestimmte Kombinationen und Unterkombinationen besonders hervor, die als neuartig und nicht naheliegend betrachtet werden. Diese Ansprüche können sich auf „ein“ Element oder „ein erstes“ Element oder das Äquivalent davon beziehen. Derartige Ansprüche sind so aufzufassen, dass sie die Einbeziehung eines oder mehrerer derartiger Elemente umfassen und zwei oder mehr derartige Elemente weder erfordern noch ausschließen. Andere Kombinationen und Unterkombinationen der offenbarten Merkmale, Funktionen, Elemente und/oder Eigenschaften können durch Änderung der vorliegenden Ansprüche oder durch Einreichung neuer Ansprüche in dieser oder einer verwandten Anmeldung beansprucht werden. Derartige Ansprüche werden unabhängig davon, ob sie im Vergleich zu den ursprünglichen Ansprüchen einen weiteren, engeren, gleichen oder anderen Umfang aufweisen, ebenfalls als im Gegenstand der vorliegenden Offenbarung eingeschlossen betrachtet.

[0088] Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren: als Reaktion auf eine Erhitzungsbedingung, Strömenlassen von Luft von einem Einlass eines Motors zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Lufteinblasesystem, bei gleichzeitigem Betreiben eines Turboladers über einen Elektromotor, um zum Erzeugen von Motordrehmoment einen erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten.

[0089] Gemäß einer Ausführungsform sind die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen in einem Auslasskanal des Motors gekoppelt, koppelt das Lufteinblasesystem den Einlass von stromaufwärts eines Drosselventils zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen und beinhaltet das Lufteinblasesystem ein Rückschlagventil, das Strömung vom Einlass zum Auslasskanal zulässt und Strömung vom Auslasskanal zum Einlass blockiert.

[0090] Gemäß einer Ausführungsform weist der Turbolader einen im Einlass positionierten Verdichter, einen Elektromotor und eine im Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen positionierte Turbine auf und beinhaltet das Betreiben des Turboladers zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor ein komplettes Öffnen eines Bypasses der Turbine, während der Verdichter anhand des Elektromotors zum Drehen gebracht wird.

[0091] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Betreiben des Turboladers über den Elektromotor zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor, dass ein Verdichter des Turboladers über den Elektromotor bei einer Drehzahl zum Drehen gebracht wird, die höher als zum Bereitstellen des erforderlichen Luftstroms ist, und umfasst das Verfahren weiter ein Einstellen des Drosselventils auf eine weiter geschlossene Stellung, um den erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten.

[0092] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Lufteinblasesystem des Weiteren ein erstes Regelventil, das stromaufwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das erste Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Einlass zum Lufteinblasesystem zulässt oder blockiert, und beinhaltet das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen ein Öffnen des ersten Regelventils.

[0093] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Lufteinblasesystem des Weiteren ein zweites Regelventil, das stromabwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen

zulässt oder blockiert, und beinhaltet das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen weiterhin ein Öffnen des zweiten Regelventils.

[0094] Gemäß einer Ausführungsform umfassen die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen einen Drei-Wege-Katalysator und ein Ottopartikelfilter, wobei das Ottopartikelfilter im Auslasskanal stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators gekoppelt ist; ist das zweite Regelventil derart positioniert, dass es Strömung vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; beinhaltet das Lufteinblasesystem weiterhin ein drittes Regelventil, das stromabwärts des Regelventils und parallel mit dem zweiten Regelventil gekoppelt ist, wobei das dritte Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufteinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Ottopartikelfilters und stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; und beinhaltet das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen weiterhin ein Öffnen des dritten Regelventils.

[0095] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Öffnen des ersten Regelventils ein Einstellen des ersten Regelventils auf eine offene Stellung, die auf einem gewünschten Druck im Lufteinblasesystem beruhend ausgewählt wird; beinhaltet das Öffnen des zweiten Regelventils ein Einstellen des zweiten Regelventils auf eine offene Stellung, die beruhend auf einer Temperatur des Drei-Wege-Katalysators, der offenen Stellung des ersten Regelventils und einem Druck an einem Einlass des Drosselventils ausgewählt wird; und beinhaltet das Öffnen des dritten Regelventils ein Einstellen des dritten Regelventils auf eine offene Stellung, die beruhend auf einer Temperatur des Ottopartikelfilters, der offenen Stellung des ersten Regelventils und dem Druck am Einlass des Drosselventils ausgewählt wird.

[0096] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass als Reaktion darauf, dass die Erhitzungsbedingung nicht vorliegt, der Luftstroms vom Lufteinblasesystem zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen blockiert wird, indem jedes von dem ersten Regelventil, dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil komplett geschlossen oder geschlossen gehalten wird.

[0097] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Lufteinblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher, der stromabwärts des Rückschlagventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, und erfolgen das Öffnen des zweiten Regelventils und das Öffnen des dritten Regelventils weiterhin als Re-

aktion darauf, dass ein Luftdruck im Luftspeicher im Verhältnis zu einem Grenzdruck größer oder gleich ist.

[0098] Gemäß einer Ausführungsform handelt es sich bei der Erhitzungsbedingung um eines von einem Motorkaltstartzustand und einem Emissionsbegrenzungsvorrichtungs-Regenerationszustand.

[0099] Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren: als Reaktion auf eine erste Bedingung, Einstellen eines ersten Regelventils auf eine erste offene Stellung und eines zweiten Regelventils auf eine zweite offene Stellung, wobei das erste Regelventil und das zweite Regelventil in Reihe gekoppelt und derart ausgelegt sind, dass sie Luftströmung von einem Motoreinlass zu einem Motorauslasskanal stromaufwärts einer ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung blockieren oder zulassen; und, als Reaktion auf eine zweite Bedingung, komplettes Schließen oder Geschlossenhalten des ersten Regelventils und des zweiten Regelventils.

[0100] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass als Reaktion auf die erste Bedingung ein drittes Regelventil auf eine dritte offene Stellung eingestellt wird, wobei das dritte Regelventil in Reihe mit dem ersten Regelventil und parallel mit dem zweiten Regelventil gekoppelt und derart ausgelegt ist, dass es Luftströmung vom Motoreinlass zum Motorauslasskanal stromaufwärts einer zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung blockiert oder zulässt; und dass als Reaktion auf die zweite Bedingung das dritte Regelventil komplett geschlossen oder geschlossen gehalten wird.

[0101] Gemäß einer Ausführungsform wird die erste Stellung zumindest teilweise auf der Grundlage eines Drucks im Motoreinlass ausgewählt; wird die zweite Stellung auf der Grundlage der ersten Stellung, des Drucks im Motoreinlass und einer Temperatur der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung ausgewählt; und wird die dritte Stellung auf der Grundlage der ersten Stellung, des Drucks im Motoreinlass und einer Temperatur der zweiten Emissionsbegrenzungsvorrichtung ausgewählt.

[0102] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der ersten Bedingung ein Turbolader unter Verwendung elektrischer Unterstützung mit einem komplett offenen Bypassventil betrieben wird, wobei die elektrische Unterstützung auf der Grundlage des Motordrehmomentbedarfs eingestellt wird, und die Kraftstoffversorgung des Motors angereichert wird; und dass bei Vorliegen der zweiten Bedingung der Turbolader mit dem Bypass auf eine Stellung eingestellt betrieben wird, die auf der Grundlage des Motordrehmomentbedarfs ausgewählt wird.

[0103] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet die erste Bedingung zumindest eines von einer unter einer Grenztemperatur liegenden Motortemperatur und einer Beladung der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung, die über einem oberen Schwellenwert für die Beladung liegt, und beinhaltet die zweite Bedingung sowohl, dass die Motortemperatur über der Grenztemperatur liegt, als auch, dass die Beladung der ersten Emissionsbegrenzungsvorrichtung unter einem unteren Schwellenwert für die Beladung liegt.

[0104] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Fahrzeugsystem vorgesehen, aufweisend einen Motor; einen Turbolader, der einen Einlassverdichter, welcher über eine Welle drehbar an eine Abgasturbine gekoppelt ist, und einen Elektromotor; ein Bypassventil, das in einer Umgehung um die Abgasturbine gekoppelt ist; einen Auslasskanal, der einen Katalysator und ein Partikelfilter aufweist, wobei der Katalysator stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts der Abgasturbine gekoppelt ist; ein Lufteinblasesystem zum Strömenlassen von Einlassluft aus einem Einlasskanal des Motors, stromabwärts des Einlassverdichters, in den Auslasskanal, stromaufwärts von jedem von dem Katalysator und dem Partikelfilter, wobei das Lufteinblasesystem eine Vielzahl von Regelventilen beinhaltet; und eine Steuerung, die ausführbare Anweisungen in einem nicht transitorischen Speicher speichert, welche die Steuerung bei Ausführung zu Folgendem veranlassen: Arbeiten in einem ersten Modus, um Einlassluft zum Motor und zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter bereitzustellen, wobei das Arbeiten im ersten Modus ein Betreiben des Turboladers über den Elektromotor mit komplett offenem Bypassventil, ein Einstellen der Vielzahl von Regelventilen und ein Betreiben des Motors mit einem reichen Luft/Kraftstoff-Verhältnis beinhaltet; und Arbeiten in einem zweiten Modus, um Einlassluft nur zum Motor bereitzustellen, wobei das Arbeiten im zweiten Modus ein Betreiben des Turboladers mit dem Bypassventil auf einer Stellung, die auf der Grundlage des Motorbedarfs ausgewählt wird, und ein komplettes Schließen der Vielzahl von Regelventilen beinhaltet.

[0105] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet die Vielzahl von Regelventilen ein erstes Regelventil, das an einem Einlass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, ein zweites Regelventil, welches an einem ersten Auslass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei der erste Auslass stromaufwärts des Katalysators und stromabwärts der Abgasturbine an den Auslasskanal gekoppelt ist, und ein drittes Regelventil, das an einem zweiten Auslass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei der zweite Auslass stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts des Katalysators an den Auslasskanal und parallel zum ersten Auslass gekoppelt ist.

[0106] Gemäß einer Ausführungsform beinhaltet das Lufteinblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher, der stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, und ein Rückschlagventil, das stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts des Luftspeichers gekoppelt ist.

[0107] Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung des Weiteren gekennzeichnet durch ein Drosselventil, das im Einlasskanal stromabwärts des Einlasses des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei das Arbeiten im ersten Modus als Reaktion darauf erfolgt, dass eine Temperatur von zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter unter einer Grenztemperatur liegt, und dadurch, dass die Steuerung weitere im nicht transitorischen Speicher gespeicherte Anweisungen beinhaltet, die bei Ausführung während des Arbeitens im ersten Modus die Steuerung zu Folgendem veranlassen: Schätzen einer Luftströmung in das Lufteinblasesystem auf der Grundlage einer Stellung des ersten Ventils und eines Drucks am Einlass des Drosselventils; Einstellen einer Stellung des zweiten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufteinblasesystem und einer Temperatur des Katalysators; und Einstellen einer Stellung des dritten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufteinblasesystem und einer Temperatur des Partikelfilters.

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 8359839 B2 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren, umfassend:

als Reaktion auf eine Erhitzungsbedingung, Strömenlassen von Luft von einem Einlass eines Motors zu einer oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen über ein Lufterinblasesystem bei gleichzeitigem Betreiben eines Turboladers über einen Elektromotor, um zum Erzeugen von Motordrehmoment einen erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen in einem Auslasskanal des Motors gekoppelt sind, das Lufterinblasesystem den Einlass von stromaufwärts eines Drosselventils zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen koppelt und das Lufterinblasesystem ein Rückschlagventil, das Strömung vom Einlass zum Auslasskanal zulässt und Strömung vom Auslasskanal zum Einlass blockiert, beinhaltet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Turbolader einen im Einlass positionierten Verdichter, einen Elektromotor und eine im Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen positionierte Turbine aufweist und das Betreiben des Turboladers zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor ein komplettes Öffnen eines Bypasses der Turbine, während der Verdichter anhand des Elektromotors zum Drehen gebracht wird, beinhaltet.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Betreiben des Turboladers über den Elektromotor zum Aufrechterhalten des erforderlichen Luftstroms zum Motor beinhaltet, dass ein Verdichter des Turboladers über den Elektromotor bei einer Drehzahl zum Drehen gebracht wird, die höher als zum Bereitstellen des erforderlichen Luftstroms ist, und wobei das Verfahren weiter ein Einstellen des Drosselventils auf eine weiter geschlossene Stellung, um den erforderlichen Luftstrom zum Motor aufrechtzuerhalten, umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Lufterinblasesystem des Weiteren ein erstes Regelventil, das stromaufwärts des Rückschlagventils gekoppelt ist, wobei das erste Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Einlass zum Lufterinblasesystem zulässt oder blockiert, beinhaltet, und wobei das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen ein Öffnen des ersten Regelventils beinhaltet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Lufterinblasesystem des Weiteren ein zweites Regelventil, das stromabwärts des Rückschlagventils gekop-

pelt ist, wobei das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts der einen oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen zulässt oder blockiert, beinhaltet, und wobei das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen weiterhin ein Öffnen des zweiten Regelventils beinhaltet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei: die eine oder mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen einen Drei-Wege-Katalysator und ein Ottopartikelfilter umfassen, wobei das Ottopartikelfilter im Auslasskanal stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators gekoppelt ist; das zweite Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; das Lufterinblasesystem des Weiteren ein drittes Regelventil beinhaltet, das stromabwärts des Rückschlagventils und parallel mit dem zweiten Regelventil gekoppelt ist, wobei das dritte Regelventil derart positioniert ist, dass es Strömung vom Lufterinblasesystem zum Auslasskanal stromaufwärts des Ottopartikelfilters und stromabwärts des Drei-Wege-Katalysators zulässt oder blockiert; und das Strömenlassen von Luft vom Einlass zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtung des Weiteren ein Öffnen des dritten Regelventils beinhaltet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei: das Öffnen des ersten Regelventils ein Einstellen des ersten Regelventils auf eine offene Stellung, die auf der Grundlage eines gewünschten Drucks im Lufterinblasesystem ausgewählt wird, beinhaltet; das Öffnen des zweiten Regelventils ein Einstellen des zweiten Regelventils auf eine offene Stellung, die auf der Grundlage einer Temperatur des Drei-Wege-Katalysators, der offenen Stellung des ersten Regelventils und eines Drucks an einem Einlass des Drosselventils ausgewählt wird, beinhaltet; und das Öffnen des dritten Regelventils ein Einstellen des dritten Regelventils auf eine offene Stellung, die auf der Grundlage einer Temperatur des Ottopartikelfilters, der offenen Stellung des ersten Regelventils und des Drucks am Einlass des Drosselventils ausgewählt wird, beinhaltet.

9. Verfahren nach Anspruch 7, des Weiteren umfassend: als Reaktion darauf, dass die Erhitzungsbedingung nicht vorliegt, Blockieren des Luftstroms vom Lufterinblasesystem zu der einen oder den mehreren Emissionsbegrenzungsvorrichtungen, indem jedes von dem ersten Regelventil, dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil komplett geschlossen oder geschlossen gehalten wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Luft-einblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher, der stromabwärts des Rückschlagventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, beinhaltet und wobei das Öffnen des zweiten Regelventils und das Öffnen des dritten Regelventils weiterhin als Reaktion darauf erfolgen, dass ein Luftdruck im Luftspeicher im Verhältnis zu einem Grenzdruck größer oder gleich ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es sich bei der Erhitzungsbedingung um eines von einem Motor-kaltstartzustand und einem Emissionsbegrenzungsvorrichtung-Regenerationszustand handelt.

12. Fahrzeugsystem, umfassend:
 einen Motor;
 einen Turbolader, der einen Einlassverdichter, welcher über eine Welle drehbar an eine Abgasturbine gekoppelt ist, und einen Elektromotor aufweist;
 ein Bypassventil, das in einer Umgehung um die Abgasturbine gekoppelt ist;
 einen Auslasskanal, der einen Katalysator und ein Partikelfilter aufweist, wobei der Katalysator stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts der Abgasturbine gekoppelt ist;
 ein Lufteinblasesystem zum Strömenlassen von Einlassluft aus einem Einlasskanal des Motors, stromabwärts des Einlassverdichters, in den Auslasskanal, stromaufwärts von jedem von dem Katalysator und dem Partikelfilter, wobei das Lufteinblasesystem eine Vielzahl von Regelventilen beinhaltet; und
 eine Steuerung, die ausführbare Anweisungen in einem nicht transitorischen Speicher speichert, welche die Steuerung bei Ausführung zu Folgendem veranlassen:
 Arbeiten in einem ersten Modus, um Einlassluft zum Motor und zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter bereitzustellen, wobei das Arbeiten im ersten Modus ein Betreiben des Turboladers über den Elektromotor mit komplett offenem Bypassventil, ein Einstellen der Vielzahl von Regelventilen und ein Betreiben des Motors mit einem reichen Luft/Kraftstoff-Verhältnis beinhaltet; und
 Arbeiten in einem zweiten Modus, um Einlassluft nur zum Motor bereitzustellen, wobei das Arbeiten im zweiten Modus ein Betreiben des Turboladers mit dem Bypassventil auf einer Stellung, die auf der Grundlage des Motorbedarfs ausgewählt wird, und ein komplettes Schließen der Vielzahl von Regelventilen beinhaltet.

13. System nach Anspruch 12, wobei die Vielzahl von Regelventilen ein erstes Regelventil, das an einem Einlass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, ein zweites Regelventil, welches an einem ersten Auslass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei der erste Auslass stromaufwärts des Katalysators und stromabwärts der Abgasturbine an den Auslass-

kanal gekoppelt ist, und ein drittes Regelventil, das an einem zweiten Auslass des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei der zweite Auslass stromaufwärts des Partikelfilters und stromabwärts des Katalysators an den Auslasskanal und parallel zum ersten Auslass gekoppelt ist, beinhaltet.

14. System nach Anspruch 13, wobei das Lufteinblasesystem des Weiteren einen Luftspeicher, der stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts von jedem von dem zweiten Regelventil und dem dritten Regelventil gekoppelt ist, und ein Rückschlagventil, das stromabwärts des ersten Regelventils und stromaufwärts des Luftspeichers gekoppelt ist, beinhaltet.

15. System nach Anspruch 13, weiterhin umfassend ein Drosselventil, das im Einlasskanal stromabwärts des Einlasses des Lufteinblasesystems gekoppelt ist, wobei das Arbeiten im ersten Modus als Reaktion darauf erfolgt, dass eine Temperatur von zumindest einem von dem Katalysator und dem Partikelfilter unter einer Grenztemperatur liegt, und dass die Steuerung weitere im nicht transitorischen Speicher gespeicherte Anweisungen beinhaltet, die bei Ausführung während des Arbeitens im ersten Modus die Steuerung zu Folgendem veranlassen:
 Schätzen einer Luftströmung in das Lufteinblasesystem auf der Grundlage einer Stellung des ersten Ventils und eines Drucks am Einlass des Drosselventils;
 Einstellen einer Stellung des zweiten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufteinblasesystem und einer Temperatur des Katalysators; und
 Einstellen einer Stellung des dritten Regelventils auf der Grundlage der geschätzten Luftströmung in das Lufteinblasesystem und einer Temperatur des Partikelfilters.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

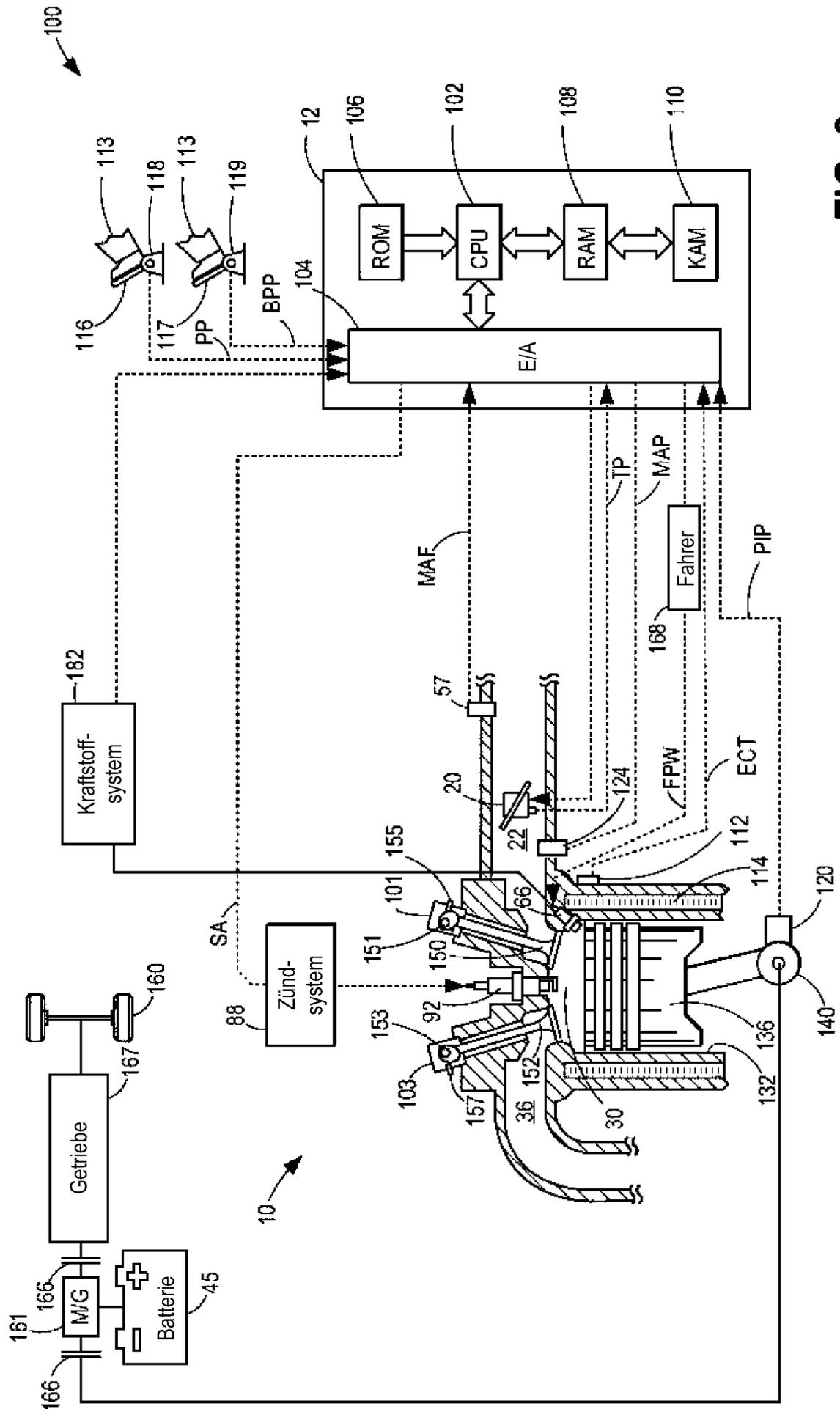


FIG. 2

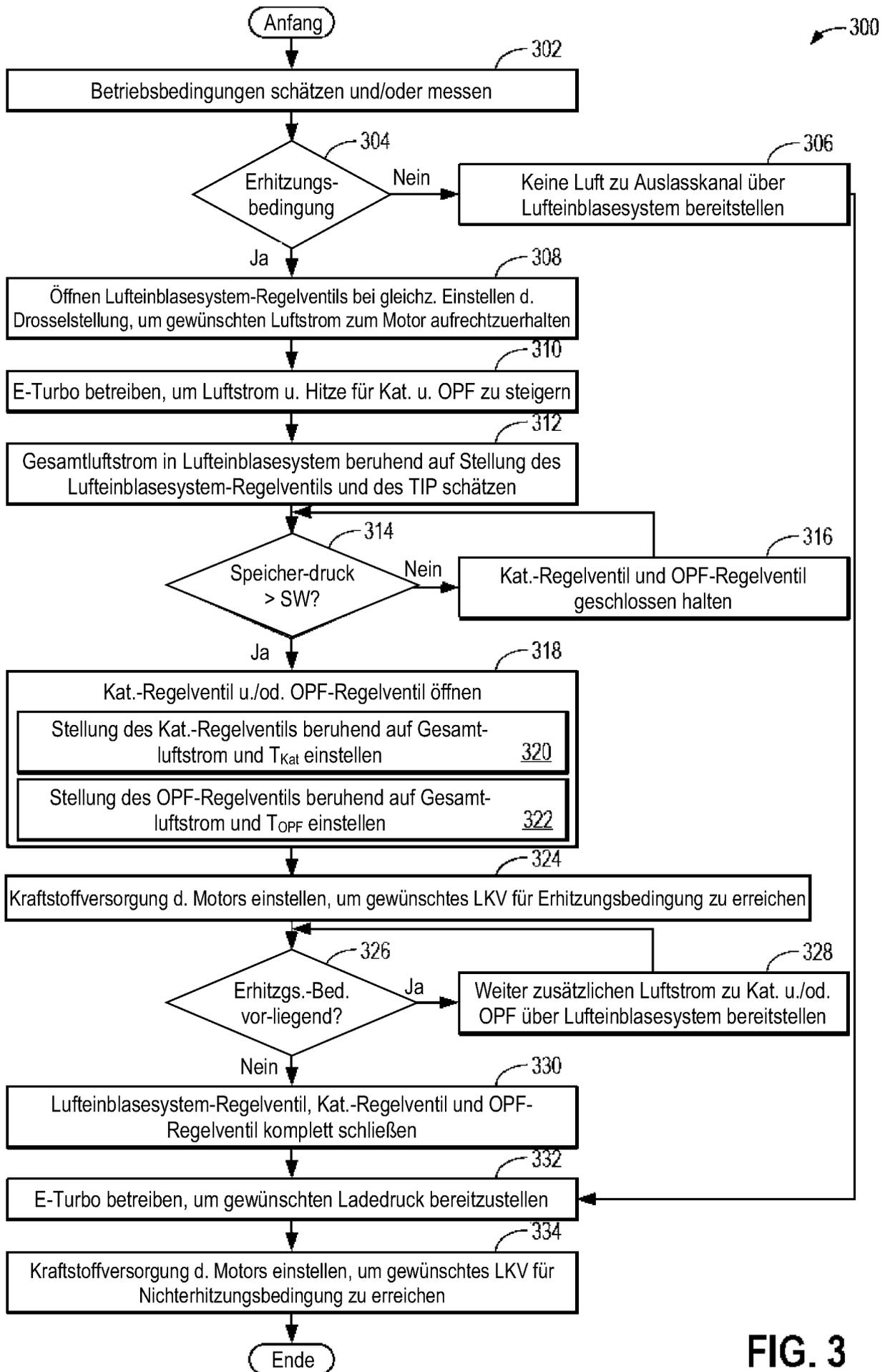


FIG. 3

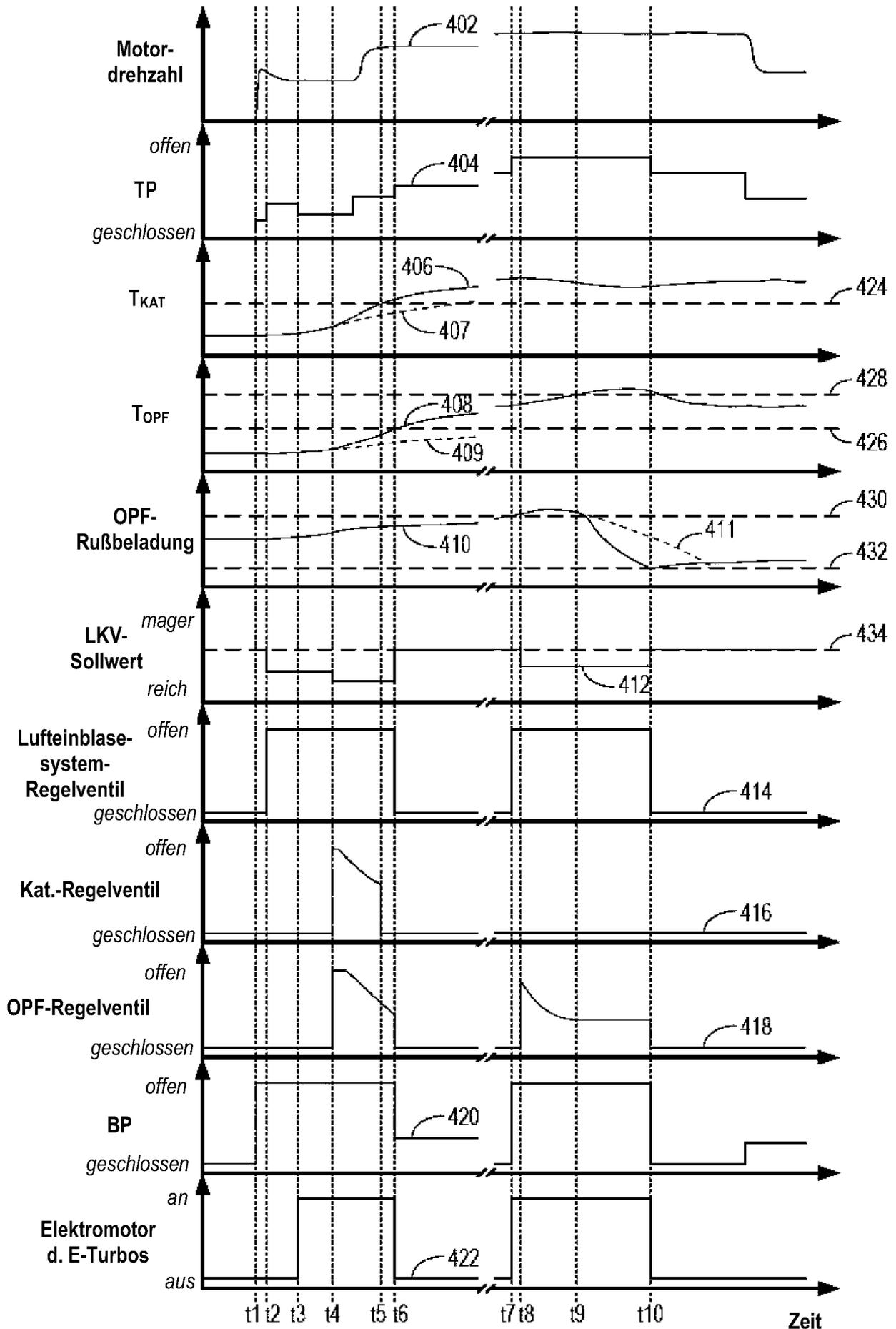


FIG. 4