

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50857/2018 (51) Int. Cl.: **F01N 9/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 05.10.2018 **F01N 3/023** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2021 **F01N 3/22** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102015212514 A1
DE 102017205325 A1
DE 102011109068 A1
DE 102010044102 A1
GB 2555851 A
WO 2004061278 A1

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Götschl Peter Dipl.Ing. (FH)
8010 Graz (AT)
Prevedel Kurt Ing.
8041 Graz (AT)
Berger Peter MSc
8052 Graz (AT)
Kapus Paul Dr.
8111 Judendorf (AT)
Koller Gernot Dipl.Ing.
8380 Jennersdorf (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) Verfahren und Ottomotoranordnung mit einer verbesserten Abgasnachbehandlung durch eine Regenerationsstrategie

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor (1) und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (2) zumindest einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff und/oder Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter (4) umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor (1) Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden, wobei in einem Regenerationsbetrieb über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) und nach dem Hauptkatalysator (3) Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte Umgebungsluft, zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) zugeführt wird, wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases im Regenerationsbetrieb kleiner ist als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist, und/oder wobei die im Regenerationsbetrieb den Hauptkatalysator (3) durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases so gering

gehalten wird, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators (3) unbeeinflusst ist, wobei in der Normalbetriebsphase das Abgas des Ottomotors (1) dem Hauptkatalysator (3) zugeführt wird, wobei der Hauptkatalysator (3) als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt, wobei der Ottomotor (1) in seiner Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben oder geregelt wird und wobei in einem Oxidationskatalysator (21) unter Verwendung des durch die Zuführungsleitung (14) eingebrachten Sauerstoffs das NO des Abgases zu NO₂ umgesetzt wird, wobei die passive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) mit Stickstoffdioxid bei einer Ottomotorpartikelfiltertemperatur von kleiner als 600 °C, insbesondere von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 °C, erfolgt.

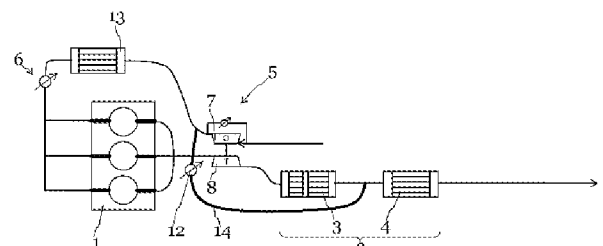


Fig.1a

Beschreibung

VERFAHREN UND OTTOMOTORANORDNUNG MIT EINER VERBESSERTEN ABGASNACHBEHANDLUNG DURCH EINE REGENERATIONSSTRATEGIE

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine bekannt.

[0003] Gemäß dem Stand der Technik sind Verfahren zum Betreiben eines Diesel- oder Ottomotors bekannt, bei denen das partikelbeladene Abgas bei der Durchdringung einer porösen Filterwand eines Abgasfilters gefiltert wird. Während des Filtrationsvorganges werden Partikel vom Filtermedium des Abgasfilters zurückgehalten und lagern sich auf diesem ab.

[0004] Die Filterwände des Abgasfilters können aus unterschiedlichen porösen Werkstoffen bestehen und beispielweise aus Fasern oder Pulver aufgebaut sein. Die Fasern oder das Pulver selbst bestehen insbesondere aus Keramiken oder aus Metallen. Klassische Keramiken sind Mullit, Cordierit, Siliziumcarbid (SiC) und Aluminiumtitanat.

[0005] Durch die Ablagerung der Partikel an der Oberfläche bzw. im Inneren der Filterwand bildet sich eine die Filtration beeinflussende Partikelschicht - ein sogenannter Filterkuchen - aus, was einerseits dazu führt, dass sich die vorzugsweise bereits beladungsfrei bestmögliche Filtrationseffizienz noch weiter verbessert, andererseits steigt der Strömungswiderstand und somit auch der durch den Abgasvolumenstrom erzeugte Differenzdruck am Abgasfilter an.

[0006] Bei herkömmlichen Verfahren wird beim Erreichen eines Differenzdruck-Schwellenwertes oder beispielsweise beim Erreichen eines Schwellenwertes einer im Motorsteuergerät modellierten Partikelmasse, insbesondere einer modellierten Rußmasse, eine Regeneration des Abgasfilters eingeleitet. Durch das Motorsteuergerät kann somit die Partikelmasse an der Filterwand des Abgasfilters vorhergesagt oder bestimmt und beim Erreichen eines Partikelmassen-Schwellenwertes eine Regeneration eingeleitet werden. Bei herkömmlichen Verfahren wird eine Regeneration spätestens dann eingeleitet, wenn durch die Partikelbeladung des Abgasfilters ein Abgasgegendruck verursacht wird, welcher über einem Abgasgegendruck-Schwellenwert liegt, bei welchem der Abgasausstoß stark behindert wird und insbesondere bei welchem potentiell nachhaltig schadigungsrelevante Bauteilgrenzwerte des Motors oder der Abgasnachbehandlungsanlage überschritten werden.

[0007] Eine zu hohe Rußbeladung im Abgasfilter kann in Extremfällen zu thermischen, mechanischen und thermomechanischen Belastungen, insbesondere bei der Regeneration des Abgasfilters, führen und die Alterungsbeständigkeit und Funktionsrobustheit der Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere des Abgasfilters, gegebenenfalls einschränken und ist daher zu vermeiden.

[0008] Die Regeneration des Abgasfilters erfolgt durch die zumindest teilweise Verbrennung bzw. Oxidation der brennbaren Bestandteile der angelagerten Partikel. Um Regenerationsbedingungen zu erreichen, sind bei einer herkömmlichen Dieselanordnung mehrere Verfahren bekannt, welche insbesondere für die Verbrennung bzw. die Oxidation des Kohlenstoffs im Abgasfilter spezifische Temperaturbereiche und eine Zufuhr von Sauerstoff zum Abgasfilter voraussetzen.

[0009] Bei einem bekannten Verfahren für eine herkömmliche Dieselanordnung wird die Temperatur im Abgasfilter aktiv erhöht, um den Kohlenstoff mit dem aus der überstöchiometrischen Verbrennung überschüssigen Sauerstoff zu oxidieren. Für diese sogenannte aktive Regeneration, die Regeneration des Dieselmotorpartikelfilters mit O₂, sind Abgasfiltertemperaturen von vorzugsweise über 500 °C erforderlich. Die Regeneration des Abgasfilters erfolgt hierbei durch die Verbrennung der oder von Teilen der brennbaren Bestandteile der angelagerten Partikel.

[0010] Ein anderes bekanntes Verfahren in einer herkömmlichen Dieselanordnung funktioniert

im Normaltemperaturbereich des Abgasfilters, wobei der eingelagerte Kohlenstoff mittels Stickstoffdioxid oxidiert wird. Diese sogenannte passive Regeneration, die Regeneration des Dieselmotorpartikelfilters mit NO_2 , kann bei Abgasfiltertemperaturen von kleiner als $600\text{ }^\circ\text{C}$, insbesondere von kleiner als $500\text{ }^\circ\text{C}$, vorzugsweise zwischen $200\text{ }^\circ\text{C}$ und $500\text{ }^\circ\text{C}$, wirksam sein.

[0011] Stand der Technik ist, dass auch bei Ottomotoranordnungen Abgasfilter, sogenannte Ottomotorpartikelfilter, zum Zwecke der Partikelemissionsreduktion zur Anwendung kommen.

[0012] Verfahren zum Betreiben einer Ottomotoranordnung mit einer Abgasnachbehandlungsanlage umfassend einen Hauptkatalysator und einen Ottopartikelfilter sind beispielsweise aus der DE 102015212514 A1 und der DE 102017205325 A1 bekannt.

[0013] Nachfolgend ist eine Nutzung von Synergien zwischen einem Ottomotor und einem Dieselmotor beschrieben. Im Gegensatz zu einem Dieselmotor ist bei einem Ottomotor kein NO_2 als Regenerationsmittel im Partikelfilter (hier Ottopartikelfilter) vorhanden. Wenngleich die übliche Begrifflichkeit beim Dieselmotor eine Regeneration mit Sauerstoff aktive Regeneration und eine Regeneration mit NO_2 als passive Regeneration bezeichnet, werden die Begriffe im Rahmen der Erfindung, sprich für einen Ottomotor wie folgt verwendet: Jede Regeneration mit Sauerstoff wird im Rahmen der Erfindung als aktive Regeneration bezeichnet, auch wenn dabei nicht zwangsläufig ein aktiver Motoreingriff zu Rußpartikelverringerung vorgesehen ist. In weiterer Folge wird eine Regeneration mit NO_2 auch im ottomotorischen Zusammenhang als passive Regeneration bezeichnet.

[0014] Auch in der Ottomotoranordnung ist, wie bereits aus herkömmlichen Dieselanordnungen bekannt, eine Regeneration des Abgasfilters bei einer entsprechend hohen Rußbelastung erforderlich, um einen zu hohen Gegendruck bzw. ungewollte bauteilgefährdende Temperaturspitzen im Abbrandfall des Rußes im Partikelfilter vermindern oder verhindern zu können. Da eine Ottomotoranordnung im Vergleich zu einer Dieselanordnung ein deutlich niedrigeres Partikelrohmissionsniveau in Kombination mit einem deutlich höheren Abgastemperaturniveau aufweist, ist eine Regeneration bei der Ottomotoranordnung seltener notwendig.

[0015] Bei herkömmlichen Ottomotoranordnungen ist im Vergleich zu herkömmlichen Dieselanordnungen einerseits die Abgastemperatur höher, wodurch eine thermisch oxidative Regeneration, eine sogenannte aktive Regeneration, des Ottomotorpartikelfilters, also eine Oxidation des Kohlenstoffs durch die Einbringung von Sauerstoff, einfacher möglich ist. Andererseits entsteht im Vergleich zu herkömmlichen Dieselanordnungen bei herkömmlichen Ottomotoranordnungen durch den stöchiometrischen Normalbetrieb weniger Sauerstoff, wodurch deutlich weniger Sauerstoff für eine aktive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters zur Verfügung steht.

[0016] Des Weiteren sind Verfahren bekannt, bei denen durch eine sogenannte Schubabschaltung beabsichtigt temporär die Treibstoffzufuhr zum Ottomotor unterbrochen wird, wenn der Ottomotor keine Leistung abgeben soll. Diese Verfahren dienen im Wesentlichen zur Treibstoffeinsparung und zur Verringerung der CO_2 -Emissionen im Schubbetrieb.

[0017] Bei herkömmlichen Verfahren wird in diesen Schubphasen oder bei Lastlücken die Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere die Abgasnachbehandlungskomponente, wie beispielsweise ein Abgasfilter, mit der durch den Ottomotor gepumpten Luft gespült. Wenn die Temperatur des Abgasfilters, des durch den Abgasfilter strömenden Abgases und/oder die im Abgasfilter befindlichen Partikel über einer Regenerationstemperatur, insbesondere über $500\text{ }^\circ\text{C}$, vorzugsweise über $600\text{ }^\circ\text{C}$, liegt, wird der Abgasfilter regeneriert. Hierbei können jedoch den Ottomotorpartikelfilter schädigende Bedingungen auftreten, da sehr hohe Abbrandreaktionsgeschwindigkeiten und exothermiebedingte thermische Spitzen auftreten können, welche es im Sinne des Bauteilschutzes aufgrund von Thermospannungen und Absoluttemperaturniveaus zu verringern oder zu verhindern gilt.

[0018] Ferner kann es unter gewissen Bedingungen im Betrieb einer Ottomotoranordnung, insbesondere im winterlichen Kurzstreckenbetrieb des Fahrzeuges, vorkommen, dass die thermisch regenerativ und/oder oxidativ relevanten auftretenden Schubbetriebsphasen, in welchen der Ottomotorpartikelfilter mit Sauerstoff, insbesondere Luft, gespült bzw. aktiv regeneriert werden

kann, nicht ausreichen, um den im Filter eingelagerten Ruß, insbesondere vollständig, zu verbrennen bzw. zu oxidieren. Dadurch kann es zu einer kontinuierlich aufbauenden Rußakkumulation im Ottomotorpartikel kommen, wenn keine anderen Maßnahmen zur Regeneration eingeleitet werden. Hierbei sei erwähnt, dass es aus vorab erwähnten Gründen weitaus vorteilhafter ist, große Beladungsmengen durch kontinuierlichere Regeneration von vornherein zu vermeiden.

[0019] Bei herkömmlichen Ottomotoranordnungen können für die aktive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters relevante Sauerstoffmengen nur in unbefeuerten Schubbetriebsphasen in den Abgasfilter gelangen. Eine passive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters mit Stickstoffdioxid ist bei herkömmlichen Ottomotoranordnungen untergeordnet wirksam, da einerseits zu geringe Stickstoffdioxid-Mengen durch herkömmliche Ottomotoren erzeugt werden und andererseits je nach Anordnung des Abgasfilters in der Abgasnachbehandlungsanlage die Temperatur im Abgasfilter anordnungsabhängig möglicherweise zu hoch ist, um sich diesen Regenerations-Mechanismus zu Nutze zu machen.

[0020] Mit anderen Worten ist eine wie aus einer herkömmlichen Dieselanordnung bekannte langsamer ablaufende, insbesondere kontinuierliche, passive Regeneration, insbesondere mit Stickstoffdioxid, bei niedrigeren Temperaturen, bei einer Ottomotoranordnung aufgrund der vergleichsweise geringen Stickstoffdioxidmengen im ottomotorischen Abgas nur untergeordnet bis vernachlässigbar wirksam.

[0021] Zusammenfassend bringt die Anwendung eines Abgasfilters in einer Ottomotoranordnung neue Herausforderungen hinsichtlich Filterregeneration mit sich.

[0022] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung zu schaffen, welches/welche eine Regeneration des Abgasfilters in Betriebsphasen, insbesondere in kontinuierlichen definierten Abschnitten niedriger Abbrand-Exothermiespitzen, ermöglicht, in welchen mit herkömmlichen Verfahren keine oder eine nur unzureichende Ruß-Regeneration des Abgasfilters möglich ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung zu schaffen, welche eine gezielte Regeneration des Abgasfilters auch unter Bedingungen ermöglicht, in welchen wenig oder kein Sauerstoff, insbesondere infolge zu kurzer oder zu weniger oder keiner unbefeuerten Schubphasen, in den Abgasfilter gelangt. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, dem Ottomotorpartikelfilter in seinem Betrieb keinen zu hohen Partikel-Beladungsmengen und damit einhergehenden thermischen, mechanischen und thermomechanischen Belastungsrisiken, insbesondere bei der Regeneration, auszusetzen sowie den Ottomotor vor einem durch die im Ottomotorpartikelfilter angelagerten Partikel verursachten, den Ottomotor schädigenden Abgasgegendruck und den damit einhergehenden Gegendruckschadensrisiken zu bewahren. Unter anderem ist es Aufgabe der Erfindung, die Alterungsbeständigkeit und die sogenannte Funktionsrobustheit des Ottomotorpartikelfilters zu erhöhen. Das heißt, dass durch die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters einerseits die Filtrationseffizienz des Ottomotorpartikelfilters nicht wesentlich vermindert werden soll und andererseits die gasförmige Konvertierungseffizienz, insbesondere der Wirkungsgrad, der anderen Abgasnachbehandlungskomponenten, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, im Wesentlichen unbeeinflusst oder auf einem ausreichend hohen Niveau, insbesondere größtmöglich, sein soll. Überdies ist es somit Aufgabe der Erfindung, der sogenannten Vision der „Zero Impact Emission“ näherzukommen, um dem Endkunden einerseits eine im Treibstoffverbrauch sparsame Ottomotoranordnung zur Verfügung zu stellen und andererseits die Umwelt durch, insbesondere größtmögliche, Unterschreitung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Schadstoff-Emissionsgesetze, insbesondere der vorgeschriebenen Partikel-Emissionen, zu schonen.

[0023] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0024] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage zumindest einen Hauptkatalysator, und einen dem Hauptkatalysator nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff und/oder von Stickstoffdioxid rege-

nerierbaren Ottomotorpartikelfilter umfasst und wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden.

[0025] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in einem Regenerationsbetrieb über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter und nach dem Hauptkatalysator Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte Umgebungsluft, zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters zugeführt wird, wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases im Regenerationsbetrieb kleiner ist als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist, und/oder wobei die im Regenerationsbetrieb den Hauptkatalysator durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad der gesamten Abgasanlage, insbesondere des Hauptkatalysators unbeeinflusst ist.

[0026] Die Ottomotoranordnung kann die Ottomotoranordnung einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere die Ottomotoranordnung eines Kraftfahrzeugs, sein.

[0027] Die Ottomotoranordnung umfasst einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage. Die Abgasnachbehandlungsanlage umfasst zumindest einen Hauptkatalysator und einen dem Hauptkatalysator nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff oder Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter.

[0028] Der Regenerationsbetrieb kann einem Normalbetrieb, insbesondere der Normalbetriebsphase, vorzugsweise bedarfsgerecht im Sinne der Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Ottomotorpartikelfilters überlagert sein.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist an der Zuführungsleitung eine Filtervorrichtung, welche zu Filterung der Luft eingerichtet ist, vorgesehen und/oder angeordnet. Dadurch ist es gegebenenfalls möglich, dass nur gefilterte Luft über die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Zuführungsleitung eine Sicherheitsvorrichtung, welche das Ausströmen und/oder das Austreten des Abgases in die Umgebung zu verhindert, sodass kein Abgas über die Zuführungsleitung in die Umgebung austreten kann. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass die Zuführungsleitung derart ausgebildet ist, dass die Abgasnachbehandlungsanlage unidirektional in Richtung der Abgasnachbehandlungsanlage durchströmt wird.

[0031] Ferner kann die Abgasnachbehandlungsanlage den/die Hauptkatalysator/en und den Ottomotorpartikelfilter und gegebenenfalls einen oder mehrere Vorkatalysator/en und/oder einen oder mehrere Nebenkatalysator/en, insbesondere einen oder mehrere Oxidationskatalysator/en, welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einen oder mehrere Heizkatalysator/en und/oder einen oder mehrere, insbesondere gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten/te, Ottomotorpartikelfilter und/oder einen oder mehrere NO_x-Speicher-katalysator/en und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NO_x-Speicher-katalysator-Beschichtung umfassen, und/oder ein oder mehrere SCR-System/e und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfassen, und/oder eine Sekundärlufteindüsung umfassen.

[0032] Ferner kann die Abgasnachbehandlungsanlage aus dem/den Hauptkatalysator/en und dem Ottomotorpartikelfilter und gegebenenfalls einem oder mehreren Vorkatalysator/en und/oder einem oder mehreren Nebenkatalysator/en, insbesondere einem oder mehreren Oxidationskatalysator/en, welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einem oder mehreren Heizkatalysator/en und/oder einem oder mehreren insbesondere gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten, Ottomotorpartikelfilter/n und/oder einem oder mehreren NO_x-Speicher-katalysator/en und/oder einer oder mehreren Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NO_x-Speicher-katalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einem oder mehreren SCR-System/en und/oder einer oder mehreren Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfasst/en, und/oder einer Sekundärlufteindüsung gebildet sein.

[0033] Insbesondere strömt das im Ottomotor erzeugte Abgas durch den Hauptkatalysator oder die Hauptkatalysatoren und den Ottomotorpartikelfilter der Abgasnachbehandlungsanlage. Die vom Ottomotor emittierten Partikel, insbesondere der vom Ottomotor emittierte Ruß und/oder die vom Ottomotor emittierte Asche, werden von dem Ottomotorpartikelfilter gefiltert. Dabei wird der Ottomotorpartikelfilter mit den vom Ottomotor emittierten Partikeln beladen.

[0034] Gegebenenfalls wird durch den sich bei der Filtration auf dem Ottomotorpartikelfilter bildenden Partikelrückstand aus den zurückgehaltenen Partikeln die Reinigungsleistung und/oder die Partikel-Abscheideleistung des Ottomotorpartikelfilters erhöht, wodurch der Ottomotorpartikelfilter seine vorzugsweise größtmögliche, durch Substrat und Beschichtung definierte Basis-Filtrationseffizienz aufweist. Ferner weist der Ottomotorpartikelfilter gegebenenfalls nach einer gewissen Partikelbeladung, insbesondere nach einer sogenannten vorzugsweise möglichst niedrigen Grundbeladung, seine vorzugsweise größtmögliche normale Filtrationseffizienz auf. Überdies kann sich im Ottomotorpartikelfilter ein sogenannter Filterkuchen ausbilden, insbesondere, wenn der Ottomotorpartikelfilter mit großen Partikel- oder großen Aschemengen beladen ist.

[0035] Als Partikelrückstand wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung der sich bei der Filtration auf dem Ottomotorpartikelfilter bildende Partikelrückstand aus den zurückgehaltenen Partikeln bezeichnet. Insbesondere weist der Ottomotorpartikelfilter seine normale Filtrationseffizienz bei einer Partikelbeladung von über 0 g/l, beispielsweise bei über 0,1 g/l, insbesondere bei einer Partikelbeladung im Bereich zwischen 0,1 g/l bis 3 g/l auf.

[0036] Die Ottomotoranordnung kann in der Normalbetriebsphase, welche den regulären Betriebsmodus der Ottomotoranordnung und des Ottomotors darstellt, sowie im Regenerationsbetrieb betrieben werden.

[0037] In der Normalbetriebsphase werden in den Brennraum mindestens eines Zylinders des Ottomotors Treibstoff und Luft eingebracht und durch Verbrennung zu Abgas umgesetzt. Der Ottomotor kann in der Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben und/oder geregelt werden. Das heißt, dass der Ottomotor gegebenenfalls um einen Lambdawert λ von 1,0 pendelnd betrieben wird und insbesondere mit einem Lambdawert λ im Bereich von 0,9 bis 1,1, vorzugsweise von 0,95 bis 1,05, betrieben und/oder geregelt wird. Es kann vorgesehen sein, dass der Ottomotor in seiner Normalbetriebsphase phasenweise oder dauerhaft unter- oder überstöchiometrisch bzw. fett oder mager betrieben und/oder geregelt wird, vorausgesetzt die Abgasnachbehandlungskomponenten der Ottomotoranordnung erlauben unter diesen Bedingungen eine ausreichend hohe, insbesondere bestmögliche, Rohemissionskonvertierung.

[0038] Das heißt gegebenenfalls, dass sowohl in der Normalbetriebsphase als auch im Regenerationsbetrieb ein ausreichender, vorzugsweise größtmöglicher, Konvertierungsgrad der Schadstoffe durch die Abgasnachbehandlungskomponenten in Summe sichergestellt sein soll. Dadurch kann eine ausreichend hohe Schadstoffreduktion in beiden Betriebsphasen ermöglicht werden. Insbesondere ist vorgesehen, dass der Schadstoffemissionskonvertierungsgrad der Abgasnachbehandlungsanlage zu keiner Zeit einen Schadstoffemissionskonvertierungsgrad-Schwellenwert unterschreitet, bei dessen Unterschreitung eine ausreichend hohe Schadstoffemissionsreduktion nicht mehr gegeben ist. Gegebenenfalls ist es vorgesehen, dass der Schadstoffemissionskonvertierungsgrad-Schwellenwert größtmöglich ist, insbesondere in einem Bereich möglichst nahe von 100 %.

[0039] Insbesondere ein partieller überstöchiometrischer Betrieb ist wegen der in diesen Bereichen verringerten NO_x-Konvertierungsfähigkeit in den Katalysatoren keinesfalls empfehlenswert und folglich zu vermeiden.

[0040] Insbesondere ist vorgesehen, dass das von dem Ottomotor erzeugte Abgas in der Normalbetriebsphase im Wesentlichen sauerstofffrei ist und allenfalls nur geringe Mengen an Sauerstoff enthält.

[0041] Gegebenenfalls läuft die Regeneration in der Normalbetriebsphase, insbesondere die Rußoxidationsprozesse, nur langsam oder gar nicht ab. Die Verlangsamung geht meist auf den

geringeren Sauerstoffgehalt, insbesondere auf die geringere Sauerstoffmenge, zurück, welche den Ottomotorpartikelfilter in der Normalbetriebsphase durchströmt. Je geringer die eingebrachte Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit ist, desto langsamer können die Rußoxidationsprozesse und somit die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters ablaufen.

[0042] Es kann vorzugsweise vorgesehen sein, den Ottomotor im Regenerationsbetrieb, insbesondere während der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters, wie in der Normalbetriebsphase zu betreiben.

[0043] Im Regenerationsbetrieb, insbesondere im Regenerationsbetrieb des Ottomotorpartikelfilters oder im Regenerationsbetrieb der Ottomotoranordnung, wird dem Ottomotorpartikelfilter über eine Zuführungsleitung Sauerstoff und insbesondere gefilterte Umgebungsluft zugeführt. Die Zuführungsleitung mündet in die Abgasnachbehandlungsanlage. Vorzugsweise mündet die Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter in die Abgasnachbehandlungsanlage.

[0044] Das heißt, dass gegebenenfalls im Regenerationsbetrieb Sauerstoff und insbesondere gefilterte Umgebungsluft durch die Zuführungsleitung und anschließend durch den Ottomotorpartikelfilter strömen kann.

[0045] Insbesondere ist vorgesehen, dass Umgebungsluft, insbesondere unverdichtete und gefilterte Umgebungsluft, in die Zuführungsleitung eintritt und vor dem Ottomotorpartikelfilter, insbesondere nach dem Hauptkatalysator oder nach den Hauptkatalysatoren, aus der Zuführungsleitung austritt.

[0046] Der Ottomotorpartikelfilter wird im Regenerationsbetrieb vorzugsweise durch die Zuführung von Sauerstoff aus Umgebungsluft durch die Zuführungsleitung regeneriert, wenn der Ottomotorpartikelfilter selbst, das durch den Ottomotorpartikelfilter strömende Abgas und/oder die im Ottomotorpartikelfilter befindlichen Partikel eine Temperatur aufweist oder aufweisen, welche größer ist als eine Regenerationstemperatur, insbesondere größer als 500 °C, insbesondere größer als 600 °C. Dabei können die brennbaren Bestandteile der Partikel, welche sich im Ottomotorpartikelfilter angelagert haben, vollständig oder teilweise verbrannt werden. Durch die Regeneration, insbesondere durch die Verbrennung der Partikel, wird die Beladung des Ottomotorpartikelfilters reduziert.

[0047] Der Regenerationsbetrieb, insbesondere die Regenerationsanforderung, kann wie bei herkömmlichen Verfahren, beispielsweise als Funktion der modellierten Rußmenge oder durch den Differenzdruck, ausgelöst werden.

[0048] Eine einfach zu erfassende Messgröße, die es erlaubt, die Rußbeladung des Filters zu erkennen, ist der Differenzdruck vor und nach dem Abgasfilter oder der Druck vor dem Abgasfilter. Da diese Druckinformationen in Abhängigkeit von Motordrehzahl, Lastzustand und Beladungsmenge variieren, werden diese Parameter bei herkömmlichen Verfahren in einem Kennfeld, insbesondere in einem Abgasfilter-Kennfeld, erfasst. Eine weitere erfassbare Kenngröße, die ebenso Aufschluss über die Rußmenge im Abgasfilter gibt, ist ein im Steuergerät errechneter modellbasierter Wert, der einer Beladungsmengeninformation entspricht, wobei der modellbasierte Wert beispielsweise aus der Kombination der Informationen eines Rohpartikelmassenemissionsmodells vor dem Filter, eines Filtrationseffizienzmodells und eines Regenerations/Abbrandmodells im Filter berechnet und/oder ermittelt wird. Werte für einen Differenzdruck sind konzept-, bauteil-, filter- und/oder beladungsabhängig.

[0049] Gegebenenfalls wird die aktive Einleitung der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters bei der Ottomotoranordnung aber auch spätestens notwendig, wenn durch die Partikelbeladung der Abgasgegendruck einen Abgasgegendruck-Schwellenwert überschreitet, bei welchem der Abgasausstoß stark behindert und insbesondere potentiell nachhaltig schädigungsrelevante Bauteilgrenzwerte des Motors oder der Abgasnachbehandlungsanlage überschritten werden.

[0050] Die Überwachung des Beladungszustandes sowie die Einleitung und die Steuerung der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters können durch die Motorsteuerung der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere durch das Steuergerät der Verbrennungskraftmaschine, durchge-

führt werden.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass der Ottomotorpartikelfilter nur während des Regenerationsbetriebs regeneriert wird.

[0052] Während des Regenerationsbetriebs kann der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null sein.

[0053] Während des Regenerationsbetriebs kann die den Hauptkatalysator durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases so gering gehalten werden, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators unbeeinflusst ist, sodass zu jeder Zeit ein ausreichend hoher, vorzugsweise maximaler, Schadstoffemissionskonvertierungsgrad der Abgasnachbehandlungskomponenten in Summe sichergestellt ist.

[0054] Insbesondere weist/en der Hauptkatalysator, die Hauptkatalysatoren oder der/die Hauptkatalysator/en und die weiteren Abgasnachbehandlungskomponenten vor der Einmündung der Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage im Normal- wie auch im Regenerationsbetrieb einen hohen, vorzugsweise bestmöglichen, Wirkungsgrad auf.

[0055] Dadurch kann es möglich sein, den Ottomotorpartikelfilter zu regenerieren, ohne die Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere den Hauptkatalysator, mit Sauerstoff zu fluten. So kann der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, unbeeinflusst von der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters sein. Das heißt, dass vorzugsweise der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, durch die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters nicht verringert wird. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass nur der Ottomotorpartikelfilter und gegebenenfalls in Strömungsrichtung dahinterliegende Abgasnachbehandlungskomponenten im Regenerationsbetrieb mit sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere mit Umgebungsluft, durchströmt werden.

[0056] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind unter dem zumindest einem Hauptkatalysator oder dem Hauptkatalysator ein oder mehrere Katalysator/en, insbesondere mehrere Hauptkatalysatoren, zu verstehen, welche im Wesentlichen die gleiche Wirkung und/oder Funktion aufweisen. Gegebenenfalls umfasst der zumindest eine Hauptkatalysator einen oder mehrere Katalysator/en, insbesondere einen oder mehrere Vor- oder Nebenkatalysator/en und/oder einen oder mehrere Heizkatalysator/en. Gegebenenfalls ist der zumindest eine Hauptkatalysator aus einem oder mehreren Hauptkatalysator/en, insbesondere aus einem oder mehreren Vor- und/oder Nebenkatalysator/en und/oder aus einem oder mehreren Heizkatalysator/en gebildet. Bevorzugt ist zumindest einer der oben genannten Katalysatoren mit einer 3-Wege-Beschichtung beschichtet.

[0057] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren automatisiert, insbesondere in einem Steuergerät eines Kraftfahrzeugs und/oder durch ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs gesteuert und/oder geregelt, ausgeführt wird.

[0058] Gegebenenfalls wird der Regenerationsbetrieb nach einer vollständigen und vorzugsweise weitgehend partiellen Regeneration des Ottomotorpartikelfilters beendet. Vorzugsweise wird der Regenerationsbetrieb beendet, sodass die Filtrationseffizienz des Ottomotorpartikelfilters sichergestellt ist.

[0059] Erfindungsgemäß ist weiter vorgesehen, dass in der Normalbetriebsphase das Abgas des Ottomotors dem Hauptkatalysator zugeführt wird, dass der Hauptkatalysator als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt und dass der Ottomotor in seiner Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben oder geregelt wird, wobei in einem Oxidationskatalysator unter Verwendung des durch die Zuführungsleitung eingebrachten Sauerstoffs das NO des Abgases zu NO₂ umgesetzt wird, wobei in einem Oxidationskatalysator unter Verwendung des durch die Zuführungsleitung eingebrachten Sauerstoffs das NO des Abgases zu NO₂ umgesetzt wird, wobei die passive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters mit Stickstoffdioxid bei einer Ottomotorpartikelfiltertemperatur von kleiner als 600 °C, insbesondere von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 °C, erfolgt.

[0060] Der Oxidationskatalysator kann vor dem Ottomotorpartikelfilter in der Abgasmachbehandlungsanlage angeordnet oder am vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters vorgesehen sein. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der durch die Zuführungsleitung eingebrachte Sauerstoff vor oder mit dem Eintreten in den Ottomotorpartikelfilter durch den Oxidationskatalysator strömt.

[0061] Der Oxidationskatalysator ist dazu eingerichtet, Stickstoffmonoxid NO mit Sauerstoff O₂ zu Stickstoffdioxid NO₂ umzusetzen. Das heißt, dass gegebenenfalls der Oxidationskatalysator NO₂ erzeugt, sobald ihm NO und O₂ zugeführt werden und der Oxidationskatalysator die für diese Reaktion notwendige Temperatur aufweist.

[0062] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Abgas zuerst den Hauptkatalysator, dann einen Nebenkatalysator, insbesondere den Oxidationskatalysator und dann den Ottomotorpartikelfilter durchströmt, oder dass das Abgas zuerst den Hauptkatalysator und dann gleichzeitig den Oxidationskatalysator und den Ottomotorpartikelfilter durchströmt.

[0063] Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der Hauptkatalysator einen Heizkatalysator und einen Vorkatalysator umfasst, wobei das Abgas bevorzugt zuerst den Heizkatalysator, dann den Vorkatalysator, dann den Hauptkatalysator, dann den Nebenkatalysator, welcher als Oxidationskatalysator ausgebildet sein kann, und schließlich den Ottomotorpartikelfilter durchströmt.

[0064] Wenn der Oxidationskatalysator in einer Ausführungsform eine eigene Abgaskomponente der Abgasmachbehandlungsanlage ist, kann das Abgas zuerst den Hauptkatalysator, dann den Oxidationskatalysator und dann den Ottomotorpartikelfilter durchströmen.

[0065] Wenn der Oxidationskatalysator in einer Ausführungsform ein Teil des Ottomotorpartikelfilters ist und insbesondere am vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters vorgesehen ist, kann das Abgas zuerst den Hauptkatalysator und dann gleichzeitig den Oxidationskatalysator und den Ottomotorpartikelfilter durchströmen.

[0066] Wenn der Oxidationskatalysator in einer Ausführungsform eine eigene Abgaskomponente der Abgasmachbehandlungsanlage ist, kann der zugeführte Sauerstoff, insbesondere die zugeführte Luft, zuerst den Oxidationskatalysator und dann den Ottomotorpartikelfilter durchströmen.

[0067] Wenn der Oxidationskatalysator in einer Ausführungsform ein Teil des Ottomotorpartikelfilters ist und insbesondere am vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters vorgesehen ist, kann der zugeführte Sauerstoff, insbesondere die zugeführte Luft, gleichzeitig den Oxidationskatalysator und den Ottomotorpartikelfilter durchströmen.

[0068] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Oxidationskatalysator eine Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweist oder dass der Oxidationskatalysator ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter ist, wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst und wobei in oder an der Oxidationskatalysator-Beschichtung NO mit O₂ zu NO₂ umgesetzt wird.

[0069] Der Oxidationskatalysator kann eine Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisen. Die Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst ein Element der Platinmetalle bzw. Platinoide oder ist aus einem Element der Platinmetalle bzw. Platinoide gebildet. Im Englischen werden Platinmetalle bzw. Platinoide auch als Platinum Group Metals bezeichnet.

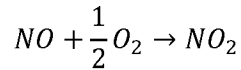
[0070] Der Oxidationskatalysator kann eine eigenständige Abgasmachbehandlungskomponente oder ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter sein. Das heißt, dass der Ottomotorpartikelfilter gegebenenfalls den Oxidationskatalysator umfasst.

[0071] Vorzugsweise wird in oder an der Oxidationskatalysator-Beschichtung NO mit O₂ zu NO₂ umgesetzt.

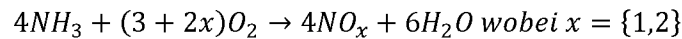
[0072] Ferner ist vorgesehen, dass die Oxidationskatalysator-Beschichtung dazu eingerichtet ist, Stickstoffmonoxid NO mit Sauerstoff O₂ zu Stickstoffdioxid NO₂ umzusetzen.

[0073] Dadurch wird in oder an der Oxidationskatalysator-Beschichtung NO₂ erzeugt, sobald die-

ser NO und O₂ zugeführt wird. Die Umsetzung von Stickstoffmonoxid mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid erfolgt im Wesentlichen nach folgender Vorschrift:

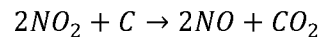


[0074] Ferner kann diese Oxidationskatalysator-Beschichtung dazu eingerichtet sein, als Neben- und Zwischenprodukt katalytischer Reaktionen in den Katalysatoren unter Vorhandensein von CO gegebenenfalls entstehendes NH₃ mit O₂ zu NO_x umzusetzen. Diese Umsetzung erfolgt im Wesentlichen nach folgender Vorschrift:



[0075] Insbesondere kann der Oxidationskatalysator mit Sauerstoff gegebenenfalls gebildetes NH₃ zu minimieren oder verringern. Die dabei entstehenden Reaktionsprodukte, insbesondere die Stickoxide, können anschließend einer, vorzugsweise bestmöglich, effektiven NO_x-Nachbehandlung, wie beispielsweise einem NO_x-Speicherkatalysator, zugeführt werden.

[0076] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das gebildete NO₂ mit den im Ottomotorpartikelfilter gespeicherten Partikeln zu CO₂ und NO umgesetzt wird, wobei die Reaktion insbesondere nach folgender Vorschrift abläuft:



[0077] Durch das erzeugte Stickstoffdioxid NO₂ ist es möglich, die im Ottomotorpartikelfilter befindlichen Rußpartikel, insbesondere den Kohlenstoff C, zumindest teilweise zu oxidieren. Dadurch kann es möglich sein, den Ottomotorpartikelfilter passiv zu regenerieren.

[0078] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Ottomotorpartikelfilter zumindest teilweise regeneriert wird, sobald in den Ottomotorpartikelfilter NO₂ eingebracht wird und der Ottomotorpartikelfilter die für die Regeneration notwendige Regenerationstemperatur aufweist. Im Sinne der Nachhaltigkeit kann es vorgesehen sein, die bei der passiven Regeneration entstehenden Stickoxide NO mit entsprechenden Abgasnachbehandlungskomponenten, wie beispielsweise einem NO_x-Speicherkatalysator, nachzubehandeln. Ferner kann es vorgesehen sein, die bei der passiven Regeneration des Ottomotorpartikelfilters entstehenden CO₂-Emissionen zu Dokumentationszwecken der Regeneration zuzuordnen.

[0079] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der NO_x-Speicherkatalysator ein Teil eines Ottomotorpartikelfilters ist und/oder dass der NO_x-Speicherkatalysator im hinteren Bereich eines Ottomotorpartikelfilters angeordnet ist und/oder dass der hintere Teil des Ottomotorpartikelfilters mit einer NO_x-Speicherkatalysator Beschichtung beschichtet ist.

[0080] Insbesondere ist die für die Rußoxidationsprozesse notwendige Regenerationstemperatur bei der Verwendung von Stickstoffdioxid NO₂ wesentlich geringer als die für die Rußoxidationsprozesse notwendige Regenerationstemperatur bei der Verwendung von Sauerstoff O₂.

[0081] Beispielsweise wird der Ottomotorpartikelfilter durch die Einbringung von Stickstoffdioxid NO₂ passiv regeneriert, wenn der Ottomotorpartikelfilter selbst, das durch den Ottomotorpartikelfilter strömende Abgas und/oder die im Ottomotorpartikelfilter befindlichen Partikel eine Temperatur aufweist oder aufweisen, welche größer ist als eine Regenerationstemperatur. Insbesondere kann der Ottomotorpartikelfilter bereits bei Temperaturen von kleiner als 600 °C, insbesondere von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 °C, regeneriert werden.

[0082] Durch die Anwendung der auf Stickstoffdioxid basierenden Regeneration, der sogenannten passiven Regeneration, und der dafür notwendigen niedrigeren Regenerationstemperaturen kann es möglich sein, die thermische und/oder thermomechanische Alterungsbeständigkeit des Ottomotorpartikelfilters im Sinne der Nachhaltigkeit zu erhöhen.

[0083] Ferner kann es möglich sein, die Partikelmenge im Ottomotorpartikelfilter ohne aktive Heizmaßnahme und CO₂-Verschlechterung zu reduzieren und auf einem geringen, aber jedenfalls für bestmögliche Filtrationseffizienzanforderungen passend hohem Niveau im Sinne der Emissionsminimierung zu halten.

[0084] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die aktive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters mit Sauerstoff bei einer Ottomotorpartikelfiltertemperatur von größer als 600 °C, insbesondere von größer als 500 °C erfolgt.

[0085] Zur Erreichung dieser Abgasfiltertemperaturen können in Abhängigkeit der Position des Ottomotorpartikelfilters in der Abgasnachbehandlungsanlage, in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Ottomotorpartikelfilters und in Abhängigkeit der, insbesondere kundenrelevanten, Fahrbedingungen eine aktive Verstellung der Ottomotorbetriebsparameter vorgenommen werden.

[0086] Gegebenenfalls wird die Temperatur im Ottomotorpartikelfilter dadurch erhöht, dass die Betriebsparameter des Ottomotors, wie beispielsweise der Zündwinkel, so angepasst werden, dass die Temperatur des Abgases ansteigt.

[0087] Das heißt, dass beispielsweise bei Erreichen eines gewissen Zustandes des Ottomotorpartikelfilters, beispielsweise bei Erreichen einer gewissen Beladung des Ottomotorpartikelfilters, die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters durch das Steuergerät aktiv gefördert, geregelt und/oder gesteuert durchgeführt wird.

[0088] Insbesondere wird dem Ottomotorpartikelfilter in einem Regenerationsbetrieb, der einem Normalbetrieb vorzugsweise bedarfsgerecht im Sinne der Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit aller Abgaskomponenten überlagert sein kann, über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung Sauerstoff und insbesondere gefilterte Umgebungsluft zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters zugeführt.

[0089] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter einer aktiven Regeneration des Ottomotorpartikelfilters eine Oxidation des Kohlenstoffs mit Sauerstoff im Ottomotorpartikelfilter verstanden werden, bei welcher Sauerstoff erfindungsgemäß in den Ottomotorpartikelfilter zusätzlich eingebracht wird. Um eine ausreichende Regeneration zu ermöglichen, sollten die Abgasfiltertemperaturen größer als 600 °C, insbesondere größer als 500 °C sein, damit der gewünschte Effekt der Beladungsreduktion eintreten kann.

[0090] Im aktiven Regenerationsbetrieb ist es gegebenenfalls möglich, dass sich der Treibstoffverbrauch, insbesondere der CO₂-Ausstoß, erhöht. Den Trade-off von Kraftstoffverbrauch zu Heizleistung gilt es in der Strategiefindungsphase genau zu bewerten, um die Zunahme des Kraftstoffverbrauchs in Summenanwendung der Strategie so gering wie möglich zu halten und um die Aktivierungsbedingungen der aktiven Regeneration bedarfsgerecht zum Schutz der Nachbehandlungskomponente und des Motors im Sinne der Nachhaltigkeit durchzuführen.

[0091] Beispielsweise erfolgt dies durch Analyse von Fahrzustands- und ottomotorpartikelfilterpositionsabhängigen Temperaturrandbedingungen, in welchen die aktive Heizmaßnahme nicht erforderlich ist, wenn die Regenerationstemperatur im Ottomotorpartikelfilter auch ohne aktive Maßnahme erreicht werden kann.

[0092] Eine mögliche Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs im Regenerationsbetrieb kann in Kombination mit seiner Bedarfshäufigkeit zu dokumentieren und auszuweisen sein.

[0093] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann unter einer passiven Regeneration des Ottomotorpartikelfilters eine Regeneration des Ottomotorpartikelfilters verstanden werden, bei welcher Stickstoffdioxid NO₂ in den Ottomotorpartikelfilter eingebracht und der Ottomotorpartikelfilter unter Verwendung von Stickstoffdioxid NO₂ regeneriert wird. Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass Stickstoffmonoxid NO des Abgases mit dem durch die Zuführungsleitung zugeführten Sauerstoff O₂ zu Stickstoffdioxid NO₂ umgesetzt und anschließend das Stickstoffdioxid NO₂ in den Ottomotorpartikelfilter eingebracht wird.

[0094] Insbesondere wird der Ottomotorpartikelfilter durch die Einbringung von Stickstoffdioxid NO₂ regeneriert, wenn der Ottomotorpartikelfilter selbst, das durch den Ottomotorpartikelfilter strömende Abgas und/oder die im Ottomotorpartikelfilter befindlichen Partikel eine Temperatur aufweist oder aufweisen, welche größer ist als eine Regenerationstemperatur. Insbesondere kann der Ottomotorpartikelfilter bereits bei Temperaturen von kleiner als 600 °C, insbesondere

von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 °C, regeneriert werden. Dadurch ist es unter anderem möglich, die Lebensdauer des Ottomotorpartikelfilters zu erhöhen, da die notwendigen Regenerationstemperaturen im Vergleich zur aktiven Regeneration niedriger sind.

[0095] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Ottomotorpartikelfilter unbeschichtet oder als 2-Wege-Katalysator oder als 3-Wege-Katalysator oder als 4-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder dass der Ottomotorpartikelfilter keine katalytisch aktive Beschichtung oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.

[0096] Es kann vorgesehen sein, dass der Ottomotorpartikelfilter in seiner Ausgestaltungsform unbeschichtet ist und ausschließlich dazu eingerichtet ist, Partikel zu filtern.

[0097] Es kann vorgesehen sein, dass der Ottomotorpartikelfilter dazu eingerichtet ist, Partikel zu filtern und zusätzlich wahlweise oder in Kombination Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Stickoxide umzusetzen und/oder zu speichern. Dadurch ist der Ottomotorpartikelfilter je nach Beschichtung als 2-, 3-, oder 4-Wege-Katalysator ausgebildet.

[0098] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters über die zwischen dem Hauptkatalysator und dem Ottomotorpartikelfilter in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung dem Ottomotorpartikelfilter zugeführt wird.

[0099] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter und/oder gegebenenfalls vor dem Oxidationskatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet. Dadurch kann es möglich sein, dem Ottomotorpartikelfilter im Regenerationsbetrieb Sauerstoff zur Regeneration zuzuführen.

[00100] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem Ottomotorpartikelfilter zur Regeneration Luft, insbesondere durch einen Turbolader des Ottomotors verdichtete Luft, zugeführt wird, dass die Luft zwischen einem Verdichter und einem Ladeluftkühler des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt und dass die Luft nach dem Hauptkatalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter aus der Zuführungsleitung austritt.

[00101] Das heißt, dass im Regenerationsbetrieb Luft aus der Umgebung durch den Verdichter des Turboladers, durch die Zuführungsleitung und anschließend gegebenenfalls durch den die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und durch den Ottomotorpartikelfilter strömen kann.

[00102] Insbesondere ist vorgesehen, dass vom Verdichter des Turboladers verdichtete Luft nach dem Verdichter des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt und gegebenenfalls vor dem die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, aus der Zuführungsleitung austritt.

[00103] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem Ottomotorpartikelfilter zur Regeneration Luft, insbesondere durch einen Turbolader des Ottomotors verdichtete Luft, zugeführt wird, dass die Luft zwischen einem Ladeluftkühler des Turboladers und dem Ottomotor in die Zuführungsleitung eintritt und dass die Luft nach dem Hauptkatalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter aus der Zuführungsleitung austritt.

[00104] Das heißt, dass im Regenerationsbetrieb Luft durch den Verdichter des Turboladers, durch den Ladeluftkühler des Turboladers, durch die Zuführungsleitung und anschließend gegebenenfalls durch den die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und durch den Ottomotorpartikelfilter strömen kann.

[00105] Insbesondere ist vorgesehen, dass vom Verdichter des Turboladers verdichtete Luft nach dem Ladeluftkühler des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt und gegebenenfalls vor dem die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, aus der Zuführungsleitung austritt.

[00106] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem Ottomotorpartikelfilter zur Regeneration Umgebungsluft zugeführt wird, dass die Umgebungsluft aus der Umgebung in die Zuführungsleitung

eintritt und dass die Umgebungsluft nach dem Hauptkatalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter aus der Zuführungsleitung austritt.

[00107] Das heißt, dass im Regenerationsbetrieb Umgebungsluft durch die Zuführungsleitung und anschließend gegebenenfalls durch den die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und durch den Ottomotorpartikelfilter strömen kann.

[00108] Insbesondere ist vorgesehen, dass unverdichtete Luft, insbesondere unverdichtete Umgebungsluft, in die Zuführungsleitung eintritt und gegebenenfalls vor dem die Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweisenden Katalysator und vor dem Ottomotorpartikelfilter, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, aus der Zuführungsleitung austritt.

[00109] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage ein Rückschlagventil, eine Membran oder dergleichen enthält, um das Ausströmen des Abgases in die Umgebung zu verhindern oder zu unterbinden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass kein Abgas durch die Zuführungsleitung in die Umgebung gelangt.

[00110] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage vorliegende Abgasströmung angesaugt wird und insbesondere, dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse, insbesondere eine in Form einer Venturi-Düse ausgestaltete Rohrführung der Abgasnachbehandlungsanlage, in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird.

[00111] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das eine Ende der Zuführungsleitung in die Umgebung, insbesondere außerhalb der Abgasnachbehandlungsanlage, und das andere Ende in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass an der Zuführungsleitung eine Vorrichtung, wie zum Beispiel ein Rückschlagventil, angeordnet ist, welches das Ausströmen des Abgases in die Umgebung verhindert.

[00112] Ferner kann ein Unterdruck in der Abgasnachbehandlungsanlage vorliegen oder entstehen, wenn die Abgasnachbehandlungsanlage mit Abgas, insbesondere hoher Strömungsgeschwindigkeiten, durchströmt wird. Es kann somit möglich sein, dass Luft aus der Umgebung durch diesen Unterdruck durch die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage gesaugt wird und bevorzugt vor dem Ottomotorpartikelfilter in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird.

[00113] Insbesondere kann die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse, insbesondere über eine in Form einer Venturi-Düse ausgestaltete Rohrführung der Abgasnachbehandlungsanlage, in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht werden. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage und/oder die Zuführungsleitung in dem Bereich, in welchem die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, als Venturi-Düse ausgebildet ist oder sind.

[00114] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zur Zuführung von Sauerstoff die Zuführungsleitung geöffnet wird und dass die Öffnung der Zuführungsleitung insbesondere durch Öffnen eines steuerbaren und/oder regelbaren Zuführventils erfolgt und/oder dass die Zuführungsleitung eine Sicherheitsvorrichtung, wie insbesondere ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, umfasst.

[00115] Ferner kann eine die Lufteinbringung regelnde oder verhindernde Vorrichtung, insbesondere ein Zuführventil, an der Zuführungsleitung vorgesehen sein, mit welcher die Sauerstoffzuführung, insbesondere die Luftzufuhr, durch die Zuführungsleitung gesteuert und/oder geregelt werden kann.

[00116] Um das Ausströmen des Abgases in die Umgebung in jedem Fall zu verhindern, kann die Zuführungsleitung eine Sicherheitsvorrichtung, wie beispielsweise ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, welches insbesondere stromlos geschlossen ist, umfassen.

[00117] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage den/ die Hauptkatalysator/en und den Ottomotorpartikelfilter und gegebenenfalls einen oder mehrere Vor-katalysator/en und/oder einen oder mehrere Nebenkatalysator/en, insbesondere einen oder meh-

riere Oxidationskatalysator/en, welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einen oder mehrere Heizkatalysator/en und/oder einen oder mehrere, insbesondere gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten/te, Ottomotorpartikelfilter und/oder einen oder mehrere NO_x-Speicherkatalysator/en und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NO_x-Speicherkatalysator Beschichtung umfassen, und/oder ein oder mehrere SCR-System/e und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfassen, und/oder eine Sekundärlufteindüsung umfasst oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus dem/den Hauptkatalysator/en und dem Ottomotorpartikelfilter und gegebenenfalls einem oder mehreren Vorkatalysator/en und/oder einem oder mehreren Nebenkatalysator/en, insbesondere einem oder mehreren Oxidationskatalysator/en, welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einem oder mehrere Heizkatalysator/en und/oder einem oder mehreren, insbesondere gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten, Ottomotorpartikelfilter/n und/oder einem oder mehreren NO_x-Speicherkatalysator/en und/oder einer oder mehreren Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NO_x-Speicherkatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einem oder mehreren SCR-System/en und/oder einer oder mehreren Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfasst/en, und/oder einer Sekundärlufteindüsung gebildet ist.

[00118] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Ottomotoranordnung in einer Betriebsphase, die Normalbetriebsphase, gegebenenfalls eine Schubbetriebsphase und den Regenerationsbetrieb, umfasst, dass der Ottomotor in der Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben und/oder geregelt wird, dass die Schubbetriebsphase durch mindestens eine unbefeuerte Schubbetriebsphase und/oder mindestens eine befeuerte Schubbetriebsphase gebildet wird, dass in der befeuerten Schubbetriebsphase das den Hauptkatalysator durchströmende Gas sauerstoffarm, insbesondere im Wesentlichen sauerstofffrei, ist und insbesondere das Abgas einer stöchiometrischen oder unterstöchiometrischen, insbesondere phasenweise unterstöchiometrischen, Verbrennung ist, wobei dem Ottomotor in der unbefeuerten Schubbetriebsphase jenes Abgas über eine Abgasrückföhrleitung zugeföhrt wird, das vor oder bei dem Übergang von der Normalbetriebsphase in die unbefeuerte Schubbetriebsphase im Ottomotor erzeugt wurde, oder wobei dem Ottomotor in der unbefeuerten Schubbetriebsphase jenes Abgas über eine Abgasrückföhrleitung zugeföhrt wird, das vor oder bei dem Übergang von einer befeuerten Schubbetriebsphase in die unbefeuerte Schubbetriebsphase im Ottomotor erzeugt wurde.

[00119] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Sauerstoffgehalt des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases oder dass der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases in der unbefeuerten Schubbetriebsphase im Wesentlichen dem Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases in der Normalbetriebsphase oder in der befeuerten Schubbetriebsphase entspricht.

[00120] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage den Hauptkatalysator und einen dem Ottomotorpartikelfilter nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator umfasst, dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators dem NO_x-Speicherkatalysator über eine oder die in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuföhrungsleitung Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise geföltrte und/oder verdichtete Umgebungsluft, zugeföhrt wird, dass gegebenenfalls ein Oxidationskatalysator zwischen dem Hauptkatalysator und dem NO_x-Speicherkatalysator vorgesehen ist, und dass der Oxidationskatalysator eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst, wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases im Speicherbetrieb kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist, und/oder wobei die im Speicherbetrieb den Hauptkatalysator durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators unbeeinflusst ist.

[00121] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen dem Hauptkatalysator, dem Oxidationskatalysator und/oder dem Ottomotorpartikelfilter nachgeordneten SCR-Katalysator umfasst, dass im Reduktionsbetrieb des SCR-Katalysators dem SCR-Kata-

lysator zur Reduktion der Stickoxide über eine oder die in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise Umgebungsluft, gegebenenfalls gefiltert oder verdichtet, zugeführt wird, wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases im Reduktionsbetrieb kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist, und/oder wobei die in dem Reduktionsbetrieb den Hauptkatalysator durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators unbeeinflusst ist.

[00122] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem Ottomotorpartikelfilter, dem Oxidationskatalysator, dem NO_x-Speicherkatalysator und/oder dem SCR-Katalysator über eine Zuführungsleitung Sauerstoff, insbesondere Umgebungsluft, zugeführt wird.

[00123] Alternativ ist vorgesehen, dass dem Ottomotorpartikelfilter, dem Oxidationskatalysator, dem NO_x-Speicherkatalysator und/oder dem SCR-Katalysator über eine eigene Zuführungsleitung Sauerstoff, insbesondere Umgebungsluft, zugeführt wird.

[00124] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Betriebsstoff, insbesondere sogenanntes Ad-Blue®, von einer Dosiervorrichtung vor dem SCR-Katalysator, insbesondere nach dem Oxidationskatalysator, in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird, wobei der Betriebsstoff ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion enthält oder in ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion umsetzbar ist, und/oder dass ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion, insbesondere Ammoniak NH₃, durch den Hauptkatalysator, insbesondere durch den 3-Wege-Katalysator, im Rahmen des ottomotorischen Normalbetriebs und/oder durch gegebenenfalls temporäre Verstellung der Ottomotorbetriebsparameter vom Ottomotor, insbesondere, indem der Ottomotor unterstöchiometrisch betrieben wird, erzeugt wird.

[00125] Insbesondere betrifft die Erfindung eine Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage zumindest einen Hauptkatalysator und einen dem Hauptkatalysator nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff, insbesondere Luft, vorzugsweise Umgebungsluft, und/oder Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden, wobei die Ottomotoranordnung eine zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung umfasst und wobei die Ottomotoranordnung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet und/oder geeignet ist.

[00126] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Ottomotor als in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ vor der Abgasnachbehandlungsanlage geregelter Ottomotor ausgebildet ist.

[00127] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, wobei die Zuführungsleitung zwischen einem Verdichter und einem Ladeluftkühler des Turboladers abzweigt oder wobei die Zuführungsleitung zwischen einem Ladeluftkühler des Turboladers und dem Ottomotor abzweigt oder wobei die Zuführungsleitung zur Einbringung von Luft aus der Umgebung außerhalb der Ottomotoranordnung zur Umgebungsluft geöffnet ist.

[00128] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Oxidationskatalysator vorgesehen ist, wobei der Oxidationskatalysator eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst, oder wobei der Oxidationskatalysator ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter ist, oder wobei der Oxidationskatalysator und insbesondere die als Oxidationskatalysator wirkende Beschichtung im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters vorgesehen ist und insbesondere in Flussrichtung des Abgases von der Vorderseite des Ottomotorpartikelfilters aufgebracht ist, und dass die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst.

[00129] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Ottomotorpartikelfilter unbeschichtet oder als 2-Wege-Katalysator oder als 3-Wege-Katalysator oder als 4-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder dass der Ottomotorpartikelfilter keine katalytisch aktive Beschichtung oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.

[00130] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Venturi-Düse zur Einbringung der Umgebungsluft der Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage vorgesehen ist und dass die Venturi-Düse vor dem Ottomotorpartikelfilter angeordnet ist, dass die Venturi-Düse in dem Bereich angeordnet ist, in welchem die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet.

[00131] Es kann günstig sein, wenn ein mechanischer und/oder elektrischer Verdichter zur Förderung des Sauerstoffs vorgesehen ist. Besonders günstig ist es, wenn dieser als steuerbares und/oder regelbares Gebläse ausgebildet ist. Alle unten beschriebenen Ausführungen und Vorteile gelten jedoch auch für den Fall, dass das steuerbare und/oder regelbare Gebläse ein mechanischer und/oder elektrischer Verdichter ist.

[00132] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse zur Förderung des Sauerstoffs, insbesondere der Luft, in der Zuführungsleitung vorgesehen ist und/oder dass entlang der Zuführungsleitung ein Zuführventil vorgesehen ist, wobei das Zuführventil zur Regelung des dem Ottomotorpartikelfilter zugeführten Sauerstoffs und insbesondere der Luft eingerichtet ist.

[00133] Durch das steuerbare und/oder regelbare Gebläse kann die Fördermenge des Sauerstoffs, insbesondere die Fördermenge der Luft, welche durch die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere vor dem Ottomotorpartikelfilter, eingebracht wird, gesteuert und/oder geregelt werden.

[00134] Gegebenenfalls kann durch das Gebläse, kontinuierlich oder diskontinuierlich, ein Druckspeicher befüllt werden, der wiederum als Sauerstoffspeicher, insbesondere Luftspeicher, dient und in der Zuführungsleitung zwischen einem Gebläse und der Einmündung in die Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet ist.

[00135] Das steuerbare und/oder regelbare Gebläse kann als mechanischer Verdichter und/oder elektrischer Verdichter ausgebildet sein.

[00136] Gegebenenfalls ist vorgesehen, Luft aus dem mit Luft gefüllten Druckspeicher über die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage einzubringen.

[00137] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Gehäuse, insbesondere ein Stahlgehäuse, vorgesehen ist und dass in dem Gehäuse insbesondere der Oxidationskatalysator oder der mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichtete Ottomotorpartikelfilter, der NO_x-Speicherkatalysator und/oder gegebenenfalls ein Heizelement vorgesehen sind.

[00138] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen dem Hauptkatalysator und dem Ottomotorpartikelfilter ein mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichteter Oxidationskatalysator vorgesehen ist, oder dass der Ottomotorpartikelfilter zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehen ist, wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung dazu eingerichtet ist, NO mit O₂ zu NO₂ umzusetzen.

[00139] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass nach dem Ottomotor und vor dem Hauptkatalysator, insbesondere im vorderen Bereich des Hauptkatalysators, ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement zur Beheizung des Hauptkatalysators vorgesehen ist, und/oder dass nach dem Ottomotor, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, und vor dem Oxidationskatalysator, insbesondere im vorderen Bereich des Oxidationskatalysators, ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement zur Beheizung des Oxidationskatalysators vorgesehen ist, und/oder dass nach dem Ottomotor, insbesondere nach dem Oxidationskatalysator, und vor dem Ottomotorpartikelfilter, insbesondere im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters, ein, insbesondere katalytisch beschichtetes Heizelement, zur Beheizung des Ottomotorpartikelfilters vorgesehen ist, und/oder dass nach dem Ottomotor, insbesondere nach dem Ottomotorpartikelfilter, und vor einem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators, ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement zur Beheizung des NO_x-Speicherkatalysators vorgesehen ist.

[00140] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine

Abgasnachbehandlungsanlage mit zumindest dem Hauptkatalysator, dem Ottomotorpartikelfilter und einem NO_x-Speicherkatalysator umfasst, dass der Hauptkatalysator als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt, dass dem Hauptkatalysator der Ottomotorpartikelfilter, welcher gegebenenfalls als 4-Wege-Katalysator wirkt, nachgeordnet ist, dass dem Ottomotorpartikelfilter der NO_x-Speicherkatalysator nachgeordnet ist, und dass gegebenenfalls ein oder der Oxidationskatalysator vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist.

[00141] Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der NO_x-Speicherkatalysator in Strömungsrichtung des Abgases der letzte Katalysator der Abgasnachbehandlungsanlage ist.

[00142] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist unter einem vorderen Bereich einer Abgasnachbehandlungskomponente der Bereich zu verstehen, welcher in Strömungsrichtung des Abgases in der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente vom Abgas früher durchströmt wird. Insbesondere kann dies jener Bereich sein, durch welchen das Abgas in die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente eintritt.

[00143] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist unter einem hinteren Bereich einer Abgasnachbehandlungskomponente der Bereich zu verstehen, welcher in Strömungsrichtung des Abgases in der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente vom Abgas später durchströmt wird. Insbesondere kann dies jener Bereich sein, durch welchen das Abgas aus der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente austritt.

[00144] Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich gegebenenfalls aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

[00145] Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher und/oder nicht einschränkender Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

[00146] Fig. 1a und 1b zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

[00147] Fig. 2a und 2b zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

[00148] Fig. 3a bis 3d zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, Fig.

[00149] 4a bis 4c zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

[00150] Fig. 5a bis 5c zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer fünften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, und

[00151] Fig. 6a bis 6c zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer sechsten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung.

[00152] Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten: Ottomotor 1, Abgasnachbehandlungsanlage 2, Hauptkatalysator 3, Ottomotorpartikelfilter 4, Turbolader 5, Drosselklappe 6, Verdichter 7, Turbine 8, Niederdruck-AGR-Leitung 9, NO_x-Speicherkatalysator 10, Venturi-Düse 11, Zuführventil 12, Ladeluftkühler 13, Zuführungsleitung 14, weiterer Hauptkatalysator 15, Filtervorrichtung 16, Sicherheitsvorrichtung 17, Heizelement 18, Gebläse 19, Druckspeicher 20 und Oxidationskatalysator 21.

[00153] Fig. 1a und 1b zeigen schematische grafische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist.

[00154] In dieser Ausführungsform umfasst die Ottomotoranordnung einen Ottomotor 1 und eine Abgasnachbehandlungsanlage 2. Die Abgasnachbehandlungsanlage 2 umfasst einen Hauptkatalysator 3 und einen dem Hauptkatalysator 3 nachgeordneten Ottomotorpartikelfilter 4. In dieser Ausführungsform ist der Hauptkatalysator 3 als 3-Wege-Katalysator ausgebildet und direkt im Anschluss an die Turbine 8 des Turboladers 5, insbesondere motornahe, angeordnet.

[00155] In einer weiteren Variante kann die Abgasnachbehandlungsanlage 2 einen Hauptkatalysator 3 oder mehrere Hauptkatalysatoren 3, 15, einen Ottomotorpartikelfilter 4 und weitere Katalysatoren umfassen.

[00156] Ferner umfassen die Ottomotoranordnungen der Figuren 1a und 1b einen Turbolader 5 und eine Drosselklappe 6. Der Turbolader 5 umfasst einen Verdichter 7 und eine Turbine 8.

[00157] Gemäß der Fig. 1b umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 1a zusätzlich eine Niederdruck-AGR-Leitung 9 eines Niederdruck-AGR-Systems.

[00158] Über die Niederdruck-AGR-Leitung 9 kann in der unbefeuerten Schubbetriebsphase das vor oder bei dem Übergang in die unbefeuerte Schubbetriebsphase erzeugte Abgas dem Ottomotor 1 und anschließend bevorzugt der Abgasnachbehandlungsanlage 2 zugeführt werden.

[00159] Je nach Variante kann in der unbefeuerten Schubbetriebsphase das erzeugte Abgas direkt nach dem Ottomotor 1 oder nach einer Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage 2 in die Niederdruck-AGR-Leitung 9 eintreten. Dadurch kann beeinflusst werden, welche Komponenten der Ottomotoranordnung, also welche Abgasnachbehandlungskomponenten zusätzlich zum Ottomotor 1, mit dem erzeugten Abgas in der unbefeuerten Schubbetriebsphase durchströmt werden.

[00160] In der Normalbetriebsphase, welche dem regulären Betrieb der Ottomotoranordnung entspricht, wird dem Ottomotor 1 Treibstoff zugeführt. Der Treibstoff wird in der Normalbetriebsphase mit Luft zu einem Abgas umgesetzt.

[00161] In der Normalbetriebsphase wird der Ottomotor 1 in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben und/oder geregelt. Das heißt, dass der Ottomotor 1 um einen Lambdawert λ von 1,0 pendelnd betrieben wird und im Bereich von $\lambda = 0,9$ bis 1,1, vorzugsweise von $\lambda = 0,95$ bis 1,05, betrieben und/oder geregelt wird. Gemäß dieser Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Ottomotor 1 in seiner Normalbetriebsphase phasenweise oder dauerhaft fett oder mager betrieben und/oder geregelt wird.

[00162] Gemäß dieser Ausführungsform ist das in der Normalbetriebsphase vom Ottomotor 1 ausgestoßene Abgas im Wesentlichen sauerstofffrei. Dadurch wird in der Normalbetriebsphase eine Regeneration, insbesondere eine aktive Regeneration, des Ottomotorpartikelfilters 4 im Wesentlichen verhindert.

[00163] Gemäß dieser Ausführungsform wird der Ottomotor 1 im Regenerationsbetrieb im Wesentlichen gleich betrieben wie in der Normalbetriebsphase. Das heißt, dass auch im Regenerationsbetrieb das vom Ottomotor 1 ausgestoßene Abgas im Wesentlichen sauerstofffrei ist.

[00164] In einer weiteren Variante kann während des Regenerationsbetriebs auch im Wesentlichen sauerstofffreies Abgas durch den Ottomotor 1 oder durch den Ottomotor 1 und den Hauptkatalysator 3 im Kreis gepumpt werden.

[00165] In allen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die im Regenerationsbetrieb den Hauptkatalysator 3 durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator 3 befindlichen Abgases so gering ist, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators 3 im Wesentlichen unbeeinflusst ist. Dadurch ist die Effektivität, insbesondere der Wirkungsgrad, des Hauptkatalysators 3, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, vor und nach dem Regenerationsbetrieb gleich.

[00166] Es kann vorgesehen sein, dass der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator 3 durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator 3 befindlichen Abgases während des Regenerationsbetriebs kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist.

[00167] Dadurch ist es möglich, den im einleitenden Teil der Beschreibung genannten Zielkonflikt zu lösen und ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung zu schaffen, welche einen geringen Treibstoffverbrauch und geringe Schadstoffemissionen ermöglicht.

[00168] Mit anderen Worten kann dadurch die bei herkömmlichen Verfahren erfolgende Einbringung von Luft, die sogenannte Luftflutung, in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 bei Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4, insbesondere bei Lastlücken oder Schubphasen, mit negativen Konsequenzen für die Funktion der Abgasreinigung und die thermomechanische Beanspruchung der Abgasnachbehandlungsanlage 2 vermieden und/oder verringert werden. Es ist bevorzugt vorgesehen, dass zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 nur der Ottomotorpartikelfilter 4 und gegebenenfalls ein eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfassender Oxidationskatalysator 21 mit Sauerstoff, insbesondere mit Luft, durchströmt wird/werden.

[00169] Damit verbleibt selbst bei der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 vergleichsweise heißes Motorabgas im Wesentlichen ohne freien Sauerstoff im Hauptkatalysator 3. Es kann dadurch eine gegebenenfalls erfolgende Einspeicherung von Sauerstoff in den Hauptkatalysator 3 und der dadurch anschließend erforderliche Fettbetrieb des Ottomotors 1 verhindert werden.

[00170] In dieser Ausführungsform ist es somit möglich, den Ottomotorpartikelfilter 4 durch die Einbringung von Sauerstoff, insbesondere Luft, durch die Zuführungsleitung 14 aktiv zu regenerieren. Die aktive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 erfolgt hierbei durch die Verbrennung der oder von Teilen der brennbaren Bestandteile der im Ottomotorpartikelfilter 4 angelagerten Partikel. Für diese sogenannte aktive Regeneration, die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 mit O₂, sind Ottomotorpartikelfiltertemperaturen von vorzugsweise über 500 °C erforderlich.

[00171] In einer weiteren Variante dieser ersten Ausführungsform kann ferner ein Oxidationskatalysator 21 vor oder an dem Ottomotorpartikelfilter 4 vorgesehen sein, welcher dazu eingerichtet ist, unter Verwendung von Sauerstoff, insbesondere des durch die Zuführungsleitung 14 eingebrachten Sauerstoffs, das NO des Abgases zu NO₂ umzusetzen. Dieser Oxidationskatalysator 21 weist eine Oxidationskatalysator-Beschichtung auf, welche ein Element der Platinmetalle bzw. Platinoide umfasst oder aus einem Element der Platinmetalle bzw. Platinoide gebildet ist. Im Englischen werden Platinmetalle bzw. Platinoide auch als Platinum Group Metals bezeichnet. Durch die Einbringung von Stickstoffdioxid NO₂ kann der Ottomotorpartikelfilter 4 passiv regeneriert werden, wenn der Ottomotorpartikelfilter 4 selbst, das durch den Ottomotorpartikelfilter 4 strömende Abgas und/oder die im Ottomotorpartikelfilter 4 befindlichen Partikel eine Temperatur aufweist oder aufweisen, welche größer ist als eine Regenerationstemperatur. Insbesondere kann der Ottomotorpartikelfilter 4 bereits bei Temperaturen von kleiner als 600 °C, insbesondere von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 C, regeneriert werden. Dadurch ist es möglich, die Lebensdauer des Ottomotorpartikelfilters 4 zu erhöhen.

[00172] Sowohl die Einleitung der aktiven als auch der passiven Regeneration und insbesondere die Steuerung des zugeführten Sauerstoffs, insbesondere der zugeführten Luft, werden automatisiert, insbesondere in einem Steuergerät eines Kraftfahrzeugs und/oder durch ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs gesteuert und/oder geregelt, ausgeführt.

[00173] In der Normalbetriebsphase und gegebenenfalls auch im Regenerationsbetrieb wird der Ottomotorpartikelfilter 4 von den vom Ottomotor 1 emittierten Partikeln, insbesondere mit Ruß und/oder mit Asche, beladen. Erst nachdem der Ottomotorpartikelfilter 4 eine ausreichende Beladung, insbesondere einen ausreichend ausgebildeten Filterkuchen oder eine ausreichende Filterkuchendicke oder eine ausreichende Rußmasse, aufweist, verfügt der Ottomotorpartikelfilter 4 über seine normale Filtrationseffizienz. Gemäß dieser Ausführungsform weist der Ottomotorpartikelfilter 4 seine normale Filtrationseffizienz auf, wenn der Ottomotorpartikelfilter 4 eine Partikelbeladung von über 0 g/l, beispielsweise über 0,1 g/l, insbesondere eine Partikelbeladung im Bereich zwischen 0,1 g/l bis 3 g/l, vorzugsweise eine Partikelbeladung im Bereich zwischen 0,5 g/l bis 3 g/l, hat.

[00174] Im Gegensatz dazu weist der Ottomotorpartikelfilter 4 im frischen Zustand, das heißt in

regeneriertem oder in neuem Zustand, eine gegenüber der normalen Filtrationseffizienz herabgesetzte Filtrationseffizienz auf. Dieser Unterschied in der Filtrationseffizienz, insbesondere in der Reinigungsleistung und/oder Partikel-Abscheideleistung des Ottomotorpartikelfilters 4, kann auf einen unzureichend ausgebildeten Filterkuchen zurückgeführt werden. Gemäß dieser Ausführungsform weist der Ottomotorpartikelfilter 4 seine herabgesetzte Filtrationseffizienz auf, wenn der Ottomotorpartikelfilter 4 eine Partikelbeladung aufweist, welche kleiner als die Grundbeladung des jeweiligen Ottomotorpartikelfilters 4 ist.

[00175] Im regenerierten Zustand weist der Ottomotorpartikelfilter 4 zumindest abschnittsweise keinen oder nur einen sehr dünnen Filterkuchen auf, da die brennbaren Bestandteile der im Ottomotorpartikelfilter 4 angelagerten Partikel durch die Regeneration verbrannt wurden.

[00176] Durch die Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 wird einerseits der Abgasgegenstandruck gesenkt, welcher durch die Partikelbeladung im Ottomotorpartikelfilter 4 verursacht wurde. Andererseits wird durch die Verbrennung von brennbaren Bestandteilen der am Ottomotorpartikelfilter 4 angelagerten Partikel der Filterkuchen zumindest abschnittsweise verkleinert oder entfernt, wodurch sich die Filtrationseffizienz des Ottomotorpartikelfilters 4 verringert.

[00177] Im neuen, insbesondere fabrikneuen, nicht eingefahrenen Zustand weist der Ottomotorpartikelfilter 4 keinen Filterkuchen auf.

[00178] Zur Durchführung der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 wird gemäß dieser Ausführungsform dem Ottomotorpartikelfilter 4 durch eine Zuführungsleitung 14 Sauerstoff, insbesondere Luft, zugeführt.

[00179] Gemäß dieser Ausführungsform mündet die Zuführungsleitung 14 vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 und zweigt zwischen dem Verdichter 7 und dem Ladeluftkühler 13 des Turboladers 5 ab.

[00180] Das heißt, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4 durch einen Turbolader 5 des Ottomotors 1 verdichtete Luft ist. Ferner tritt die verdichtete Luft nach dem Verdichter 7 und vor dem Ladeluftkühler 13 des Turboladers 5 in die Zuführungsleitung 14 ein und nach dem Hauptkatalysator 3 und vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 aus der Zuführungsleitung 14 aus.

[00181] Das in der Normalbetriebsphase und im Regenerationsbetrieb im Ottomotor 1 erzeugte Abgas durchströmt zuerst die Turbine 8 des Turboladers 5, dann den Hauptkatalysator 3 und anschließend gegebenenfalls den Oxidationskatalysator 21 und den Ottomotorpartikelfilter 4, bevor es in die Umgebung austritt.

[00182] Fig. 2a und 2b zeigen schematische grafische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 2a und 2b können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a und 1b entsprechen.

[00183] Im Unterschied zu den Varianten der ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung umfasst die Abgasnachbehandlungsanlage 2 in der zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung zusätzlich zu dem Hauptkatalysator 3 und dem Ottomotorpartikelfilter 4 einen NO_x-Speicherkatalysator 10.

[00184] Der NO_x-Speicherkatalysator 10 ist dem Ottomotorpartikelfilter 4 nachgeordnet, wobei der Ottomotorpartikelfilter 4 dem Hauptkatalysator 3 nachgeordnet ist. Der NO_x-Speicherkatalysator 10 ist dazu eingerichtet, die insbesondere im Magerbetrieb des Ottomotors 1 oder die bei der passiven Regeneration entstehenden Stickoxide zu speichern.

[00185] In einer weiteren Variante kann der Ottomotorpartikelfilter 4 den NO_x-Speicherkatalysator 10 umfassen. In einer weiteren Variante kann der NO_x-Speicherkatalysator 10 im hinteren Bereich des Ottomotorpartikelfilters 4 vorgesehen sein und insbesondere ein integraler Bestandteil des Ottomotorpartikelfilters 4 sein.

[00186] Gemäß der Fig. 2b umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 2a zusätzlich eine Niederdruck-AGR-Leitung 9 eines Niederdruck-AGR-Systems. Durch eine Abgasrückführleitung, die gemäß dieser Ausführungsform als Niederdruck-AGR-Leitung 9 ausgebildet ist, kann Abgas in der unbefeuerten Schubbetriebsphase dem Ottomotor 1 zugeführt werden.

[00187] Fig. 3a bis 3d zeigen schematische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 3a bis 3d können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2a und 2b entsprechen.

[00188] Gemäß dieser Ausführungsform mündet die Zuführungsleitung 14, insbesondere ein Ende der Zuführungsleitung 14, vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2. Ferner ist die Zuführungsleitung 14, insbesondere das andere Ende der Zuführungsleitung 14, zur Umgebung hin geöffnet. Das heißt, dass das andere Ende der Zuführungsleitung 14 außerhalb der Ottomotoranordnung mündet.

[00189] Das heißt, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters 4, insbesondere direkt, aus der Umgebung in die Zuführungsleitung 14 eintritt und nach dem Hauptkatalysator 3 und vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 aus der Zuführungsleitung 14 austritt.

[00190] Gemäß der Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage 2 in dem Bereich, in welchem die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 mündet, als Venturi-Düse 11 ausgebildet ist.

[00191] Gemäß dieser Ausführungsform entsteht ein Unterdruck, wenn die Abgasnachbehandlungsanlage 2 mit Abgas durchströmt wird. Durch diesen Unterdruck wird Luft aus der Umgebung durch die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 gesaugt und vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 eingebracht.

[00192] Gemäß dieser Ausführungsform ist eine die Lufterbringung regelnde oder verhindernde Vorrichtung, insbesondere ein Zuführventil 12, vorgesehen. Mit diesem Zuführventil 12 kann die durch die Zuführungsleitung 14 eingebrachte Sauerstoffmenge, insbesondere die eingebrachte Luftmenge, gesteuert und/oder geregelt werden.

[00193] Gemäß der Fig. 3b umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 3a zusätzlich eine Niederdruck-AGR-Leitung 9 eines Niederdruck-AGR-Systems.

[00194] Gemäß der Fig. 3c umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 3a zusätzlich einen weiteren Hauptkatalysator 15 und die Zuführungsleitung 14 umfasst eine Filtervorrichtung 16 und eine Sicherheitsvorrichtung 17. Durch die Sicherheitsvorrichtung 17 wird ein Austreten der Abgase aus der Abgasnachbehandlungsanlage 2 in die Umgebung verhindert.

[00195] Gemäß der Fig. 3d umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 3c zusätzlich ein Heizelement 18, welche vor dem Hauptkatalysator 3 angeordnet ist.

[00196] Alternativ kann ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse 19 vorgesehen sein, welches die Fördermenge von Sauerstoff, insbesondere die Fördermenge von Luft, welche durch die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2, insbesondere vor dem Ottomotorpartikelfilter 4, eingebracht wird, steuert und/oder regelt.

[00197] Fig. 4a bis 4c zeigen schematische grafische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 4a bis 4c können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c und 3d entsprechen.

[00198] Gemäß dieser Ausführungsform ist ein Gebläse 19, welche in dieser Ausführungsform als elektrischer Verdichter 7 ausgeführt ist, vorgesehen. Das Gebläse 19 kann durch eine Filtervorrichtung 16 gefilterte Luft über die Zuführungsleitung 14 einbringen.

[00199] Gemäß der Fig. 4b wird durch das Gebläse 19 verdichtete Luft in einen Druckspeicher 20 eingebracht. Aus dem Druckspeicher 20 kann über eine Zuführungsleitung 14 Sauerstoff, insbesondere Luft, in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 eingebracht werden.

[00200] Gemäß der Fig. 4c wird durch das Gebläse 19 Luft aus dem Ansaugtrakt vor dem Verdichter 7 des Turboladers 5 der Ottomotoranordnung ansaugt und insbesondere in den Druckspeicher 20 eingebracht.

[00201] Fig. 5a bis 5c zeigen schematische grafische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer fünften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 5a bis 5c können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b und 4c entsprechen.

[00202] Gemäß dieser Ausführungsform umfasst die Abgasnachbehandlungsanlage 2 einen Hauptkatalysator 3, einen Oxidationskatalysator 21, einen Ottomotorpartikelfilter 4 und einem NO_x-Speicherkatalysator 10. Zudem ist der Hauptkatalysator 3 vor dem Oxidationskatalysator 21, der Oxidationskatalysator 21 vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 und der Ottomotorpartikelfilter 4 vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 angeordnet.

[00203] Der Oxidationskatalysator 21 umfasst gemäß dieser Ausführungsform eine Oxidationskatalysator-Beschichtung.

[00204] Über eine Zuführungsleitung 14, welche ein Zuführventil 12 umfasst, wird Sauerstoff, insbesondere Luft, vor dem Oxidationskatalysator 21 eingebracht. Insbesondere werden gemäß dieser Ausführungsform nur der Oxidationskatalysator 21, der Ottomotorpartikelfilter 4 und der NO_x-Speicherkatalysator 10 mit der eingebrachten Luft durchströmt.

[00205] Gemäß der Figur 5a tritt die Luft zwischen dem Verdichter 7 und dem Ladeluftkühler 13 des Turboladers 5 in die Zuführungsleitung 14 ein und vor dem Oxidationskatalysator 21 aus der Zuführungsleitung 14 aus.

[00206] Gemäß der Figur 5b wird die Luft durch ein Gebläse 19 vor dem Verdichter 7 des Turboladers 5 oder aus der Umgebung angesaugt. Ferner tritt die durch das Gebläse 19 angesaugte Luft vor dem Oxidationskatalysator 21 aus der Zuführungsleitung 14 aus. Das Gebläse 19 kann als Sekundärluftpumpe oder als elektrischer oder mechanischer Verdichter 7 ausgebildet sein.

[00207] Gemäß der Figur 5c wird die Luft selbsttätig durch eine Venturi-Düse 11 vor dem Oxidationskatalysator 21 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 gesaugt. An der Zuführungsleitung 14 ist eine Sicherungsvorrichtung 17 vorgesehen, welche das Austreten von Abgas aus der Abgasnachbehandlungsanlage 2 in die Umgebung verhindert.

[00208] Fig. 6a bis 6c zeigen schematische grafische Darstellungen von unterschiedlichen Varianten einer sechsten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 6a bis 6c können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 4c, 5a, 5b und 5c entsprechen.

[00209] Gemäß dieser Ausführungsform umfasst die Abgasnachbehandlungsanlage 2 einen Hauptkatalysator 3, einen weiteren Hauptkatalysator 15, einen Ottomotorpartikelfilter 4 und einem NO_x-Speicherkatalysator 10. Zudem ist der Hauptkatalysator 3 vor dem weiteren Hauptkatalysator 15, der weitere Hauptkatalysator 15 vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 und der Ottomotorpartikelfilter 4 vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 angeordnet. Des Weiteren umfasst der Ottomotorpartikelfilter 4 einen Oxidationskatalysator 21, wobei die als Oxidationskatalysator 21 wirkende Beschichtung im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters 4 vorgesehen ist.

[00210] Über eine Zuführungsleitung 14, welche ein Zuführventil 12 umfasst, wird Sauerstoff, insbesondere Luft, vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 eingebracht. Insbesondere werden gemäß dieser Ausführungsform nur der Ottomotorpartikelfilter 4, welcher den Oxidationskatalysator 21 umfasst, und der NO_x-Speicherkatalysator 10 mit der eingebrachten Luft durchströmt.

[00211] Gemäß der Figur 6a tritt die Luft zwischen dem Ladeluftkühler 13 des Turboladers 5 und dem Ottomotor 1 in die Zuführungsleitung 14 ein und vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 aus der Zuführungsleitung 14 aus.

[00212] Gemäß der Figur 6b wird die Luft durch ein Gebläse 19 vor dem Verdichter 7 des Turboladers 5 oder aus der Umgebung angesaugt. Ferner tritt die durch das Gebläse 19 angesaugte Luft vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 aus der Zuführungsleitung 14 aus. Das Gebläse 19 kann als Sekundärluftpumpe oder als elektrischer oder mechanischer Verdichter 7 ausgebildet sein.

[00213] Gemäß der Figur 6c wird die Luft selbsttätig durch eine Venturi-Düse 11 vor dem Ottomotorpartikelfilter 4 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 gesaugt. An der Zuführungsleitung 14 ist eine Sicherungsvorrichtung 17 vorgesehen, welche das Austreten von Abgas aus der Abgasnachbehandlungsanlage 2 in die Umgebung verhindert.

[00214] Durch diese beispielhaften Konfigurationen können die erfindungsgemäßen Effekte erzielt werden.

[00215] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsformen, sondern umfasst jegliches Verfahren und jegliche Ottomotoranordnung gemäß den nachfolgenden Patentansprüchen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Ottomotoranordnung,
 - wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor (1) und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) umfasst,
 - wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (2) zumindest einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff und/oder von Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter (4) umfasst
 - und wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor (1) Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass in einem Regenerationsbetrieb über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) und nach dem Hauptkatalysator (3) Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte Umgebungsluft, zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) zugeführt wird,
 - wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases im Regenerationsbetrieb kleiner ist als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist,
 - und/oder wobei die im Regenerationsbetrieb den Hauptkatalysator (3) durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad der gesamten Abgasanlage, insbesondere des Hauptkatalysators (3) unbeeinflusst ist,
 - wobei in der Normalbetriebsphase das Abgas des Ottomotors (1) dem Hauptkatalysator (3) zugeführt wird,
 - wobei der Hauptkatalysator (3) als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt,
 - wobei der Ottomotor (1) in seiner Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben oder geregelt wird.
 - und wobei in einem Oxidationskatalysator (21) unter Verwendung des durch die Zuführungsleitung (14) eingebrachten Sauerstoffs das NO des Abgases zu NO₂ umgesetzt wird, wobei die passive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) mit Stickstoffdioxid bei einer Ottomotorpartikelfiltertemperatur von kleiner als 600 °C, insbesondere von kleiner als 500 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 500 °C, erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass das Abgas zuerst den Hauptkatalysator (3), dann einen Nebenkatalysator, insbesondere den Oxidationskatalysator (21) und dann den Ottomotorpartikelfilter (4) durchströmt,
 - oder dass das Abgas zuerst den Hauptkatalysator (3) und dann gleichzeitig den Oxidationskatalysator (21) und den Ottomotorpartikelfilter (4) durchströmt.
3. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass der Oxidationskatalysator (21) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung aufweist,
 - oder dass der Oxidationskatalysator (21) ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter (4) ist,
 - wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst,
 - und wobei in oder an der Oxidationskatalysator-Beschichtung NO mit O₂ zu NO₂ umgesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass das gebildete NO₂ mit den im Ottomotorpartikelfilter (4) gespeicherten Partikeln zu CO₂ und NO umgesetzt wird,
 - wobei die Reaktion insbesondere nach folgender Vorschrift abläuft:
$$2NO_2 + C \rightarrow 2NO + CO_2$$
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
 - dass die aktive Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) mit Sauerstoff bei einer Ottomotorpartikelfiltertemperatur von größer als 600 °C, insbesondere von größer als 500 °C erfolgt,

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass der Ottomotorpartikelfilter (4) unbeschichtet oder als 2-Wege-Katalysator oder als 3-Wege-Katalysator oder als 4-Wege-Katalysator ausgebildet ist,
 - oder dass der Ottomotorpartikelfilter (4) keine katalytisch aktive Beschichtung, oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) über die zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem Ottomotorpartikelfilter (4) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) dem Ottomotorpartikelfilter (4) zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass dem Ottomotorpartikelfilter (4) zur Regeneration Luft, insbesondere durch einen Turbolader (5) des Ottomotors (1) verdichtete Luft, zugeführt wird,
 - dass die Luft zwischen einem Verdichter (7) und einem Ladeluftkühler (13) des Turboladers (5) in die Zuführungsleitung (14) eintritt,
 - und dass die Luft nach dem Hauptkatalysator (3) und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass dem Ottomotorpartikelfilter (4) zur Regeneration Luft, insbesondere durch einen Turbolader (5) des Ottomotors (1) verdichtete Luft, zugeführt wird,
 - dass die Luft zwischen einem Ladeluftkühler (13) des Turboladers (5) und dem Ottomotor (1) in die Zuführungsleitung (14) eintritt,
 - und dass die Luft nach dem Hauptkatalysator (3) und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass dem Ottomotorpartikelfilter (4) zur Regeneration Umgebungsluft zugeführt wird,
 - dass die Umgebungsluft aus der Umgebung in die Zuführungsleitung (14) eintritt,
 - und dass die Umgebungsluft nach dem Hauptkatalysator (3) und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.
11. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage (2) vorliegende Abgasströmung angesaugt wird,
 - und insbesondere, dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse (11), insbesondere eine in Form einer Venturi-Düse (11) ausgestaltete Rohrführung der Abgasnachbehandlungsanlage (2), in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) eingebracht wird.
12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass zur Zuführung von Sauerstoff die Zuführungsleitung (14) geöffnet wird und dass die Öffnung der Zuführungsleitung (14) insbesondere durch Öffnen eines steuerbaren und/oder regelbaren Zuführventils (12) erfolgt
 - und/oder dass die Zuführungsleitung (14) eine Sicherheitsvorrichtung (17), wie insbesondere ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, umfasst.
13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) den/die Hauptkatalysator/en (3, 15) und den Ottomotorpartikelfilter (4) und gegebenenfalls einen oder mehrere Vorkatalysator/en und/oder einen oder mehrere Nebenkatalysator/en, insbesondere einen oder mehrere Oxidationskatalysator/en (21), welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einen oder mehrere Heizkatalysator/en und/oder einen oder mehrere, insbesondere gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten/te, Ottomotorpartikelfilter (4) und/oder einen oder mehrere NO_x-Speicherkatalysator/en (10) und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NO_x-Speicherka-

talysator-Beschichtung umfassen, und/oder ein oder mehrere SCR-System/e und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfassen, und/oder eine Sekundärlufteindüsung umfasst.

14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Ottomotoranordnung in einer Betriebsphase, die Normalbetriebsphase, gegebenenfalls eine Schubbetriebsphase und den Regenerationsbetrieb, umfasst,
 - dass der Ottomotor (1) in der Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda=1$ betrieben und/oder geregelt wird,
 - dass die Schubbetriebsphase durch mindestens eine unbefeuerte Schubbetriebsphase und/oder mindestens eine befeuerte Schubbetriebsphase gebildet wird,
 - dass in der befeuerten Schubbetriebsphase das den Hauptkatalysator (3) durchströmende Gas sauerstoffarm, insbesondere im Wesentlichen sauerstofffrei, ist und insbesondere das Abgas einer stöchiometrischen oder unterstöchiometrischen, insbesondere phasenweise unterstöchiometrischen, Verbrennung ist,
 - wobei dem Ottomotor (1) in der unbefeuerten Schubbetriebsphase jenes Abgas über eine Abgasrückführleitung zugeführt wird, das vor oder bei dem Übergang von der Normalbetriebsphase in die unbefeuerte Schubbetriebsphase im Ottomotor (1) erzeugt wurde.
15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sauerstoffgehalt des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases oder dass der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases in der unbefeuerten Schubbetriebsphase im Wesentlichen dem Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases in der Normalbetriebsphase oder in der befeuerten Schubbetriebsphase entspricht.
16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) den Hauptkatalysator (3) und einen dem Ottomotorpartikelfilter (4) nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst,
 - dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators (10) dem NO_x-Speicherkatalysator (10) über eine oder die in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte und/oder verdichtete Umgebungsluft, zugeführt wird,
 - dass gegebenenfalls ein Oxidationskatalysator (21) zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem NO_x-Speicherkatalysator (10) vorgesehen ist, und dass der Oxidationskatalysator (21) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst,
 - wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases im Speicherbetrieb kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist,
 - und wobei die im Speicherbetrieb den Hauptkatalysator (3) durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators (3) unbeeinflusst ist.
17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) einen dem Hauptkatalysator (3), dem Oxidationskatalysator (21) und/oder dem Ottomotorpartikelfilter (4) nachgeordneten SCR-Katalysator umfasst,
 - dass im Reduktionsbetrieb des SCR-Katalysators dem SCR-Katalysator zur Reduktion der Stickoxide über eine oder die in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise Umgebungsluft, gegebenenfalls gefiltert oder verdichtet, zugeführt wird,
 - wobei der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator (3) durchströmenden Abgases im Reduktionsbetrieb kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist,
 - und wobei die in dem Reduktionsbetrieb den Hauptkatalysator (3) durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases so gering gehalten wird, dass der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators (3) unbeeinflusst ist.

18. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass ein Betriebsstoff, insbesondere sogenanntes AdBlue®, von einer Dosiervorrichtung vor dem SCR-Katalysator, insbesondere nach dem Oxidationskatalysator (21), in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) eingebracht wird,
 - wobei der Betriebsstoff ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion enthält oder in ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion umsetzbar ist,
 - und dass ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion, insbesondere Ammoniak NH_3 , durch den Hauptkatalysator (3), insbesondere durch den 3-Wege-Katalysator, im Rahmen des ottomotorischen Normalbetriebs und/oder durch gegebenenfalls temporäre Verstellung der Ottomotorbetriebsparameter vom Ottomotor (1), insbesondere, indem der Ottomotor (1) unterstöchiometrisch betrieben wird, erzeugt wird.
19. Ottomotoranordnung,
- wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor (1) und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) umfasst,
 - wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (2) zumindest einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff, insbesondere Luft, vorzugsweise Umgebungsluft, und/oder Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter (4) umfasst,
 - wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor (1) Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden,
 - wobei die Ottomotoranordnung eine zur Regeneration des Ottomotorpartikelfilters (4) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) umfasst,
- dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Ottomotoranordnung zur Ausführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20 eingerichtet ist.
20. Ottomotoranordnung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ottomotor (1) als in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ vor der Abgasnachbehandlungsanlage (2) geregelter Ottomotor (1) ausgebildet ist.
21. Ottomotoranordnung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Zuführungsleitung (14) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet,
 - wobei die Zuführungsleitung (14) zwischen einem Verdichter (7) und einem Ladeluftkühler (13) des Turboladers (5) abzweigt,
 - oder wobei die Zuführungsleitung (14) zwischen einem Ladeluftkühler (13) des Turboladers (5) und dem Ottomotor (1) abzweigt
 - oder wobei die Zuführungsleitung (14) zur Einbringung von Luft aus der Umgebung außerhalb der Ottomotoranordnung zur Umgebungsluft geöffnet ist.
22. Ottomotoranordnung nach Anspruch 21 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass ein Oxidationskatalysator (21) vorgesehen ist,
 - wobei der Oxidationskatalysator (21) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst,
 - oder wobei der Oxidationskatalysator (21) ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter (4) ist,
 - oder wobei der Oxidationskatalysator (21) und insbesondere die als Oxidationskatalysator (21) wirkende Beschichtung im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters (4) vorgesehen ist, und insbesondere in Flussrichtung des Abgases von der Vorderseite des Ottomotorpartikelfilters (4) aufgebracht ist,
 - und dass die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst.
23. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Ottomotorpartikelfilter (4) unbeschichtet oder als 2-Wege-Katalysator oder als 3-Wege-Katalysator oder als 4-Wege-Katalysator ausgebildet ist,

- oder dass der Ottomotorpartikelfilter (4) keine katalytisch aktive Beschichtung oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.
24. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass eine Venturi-Düse (11) zur Einbringung der Umgebungsluft der Zuführungsleitung (14) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) vorgesehen ist,
 - dass die Venturi-Düse (11) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) angeordnet ist,
 - und dass die Venturi-Düse (11) in dem Bereich angeordnet ist, in welchem die Zuführungsleitung (14) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet.
25. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse (19) zur Förderung des Sauerstoffs, insbesondere der Luft, in der Zuführungsleitung (14) vorgesehen ist,
 - und/oder dass entlang der Zuführungsleitung (14) ein Zuführventil (12) vorgesehen ist, wobei das Zuführventil (12) zur Regelung des dem Ottomotorpartikelfilter (4) zugeführten Sauerstoffs und insbesondere der Luft eingerichtet ist.
26. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass ein Gehäuse, insbesondere ein Stahlgehäuse, vorgesehen ist,
 - und dass in dem Gehäuse, insbesondere der Oxidationskatalysator (21) oder der mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichtete Ottomotorpartikelfilter (4), der NO_x-Speicher-katalysator (10) und/oder gegebenenfalls ein Heizelement (18) vorgesehen sind.
27. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem Ottomotorpartikelfilter (4) ein mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichteter Oxidationskatalysator (21) vorgesehen ist,
 - oder dass der Ottomotorpartikelfilter (4) zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehen ist,
 - wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung dazu eingerichtet ist, NO mit O₂ zu NO₂ umzusetzen.
28. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass nach dem Ottomotor (1) und vor dem Hauptkatalysator (3), insbesondere im vorderen Bereich des Hauptkatalysators (3), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (18) zur Beheizung des Hauptkatalysators (3) vorgesehen ist,
 - und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Hauptkatalysator (3), und vor dem Oxidationskatalysator (21), insbesondere im vorderen Bereich des Oxidationskatalysators (21), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (18) zur Beheizung des Oxidationskatalysators (21) vorgesehen ist,
 - und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Oxidationskatalysator (21), und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4), insbesondere im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters (4), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes Heizelement (18), zur Beheizung des Ottomotorpartikelfilters (4) vorgesehen ist,
 - und/oder dass nach dem Ottomotor, insbesondere nach dem Ottomotorpartikelfilter (4), und vor einem NO_x-Speicher-katalysator (10), insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicher-katalysators (10), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (18) zur Beheizung des NO_x-Speicher-katalysators (10) vorgesehen ist.
29. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Ottomotoranordnung einen Ottomotor (1) und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) mit zumindest dem Hauptkatalysator (3), dem Ottomotorpartikelfilter (4) und einem NO_x-Speicher-katalysator (10) umfasst,
 - dass der Hauptkatalysator (3) als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt,
 - dass dem Hauptkatalysator (3) der Ottomotorpartikelfilter (4), welcher gegebenenfalls als 4-Wege-Katalysator wirkt, nachgeordnet ist,

- dass dem Ottomotorpartikelfilter (4) der NO_x-Speicherkatalysator (10) nachgeordnet ist,
 - und dass gegebenenfalls ein oder der Oxidationskatalysator (21) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) angeordnet ist.
30. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass der NO_x-Speicherkatalysator (10) in Strömungsrichtung des Abgases der letzte Katalysator der Abgasnachbehandlungsanlage (2) ist.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

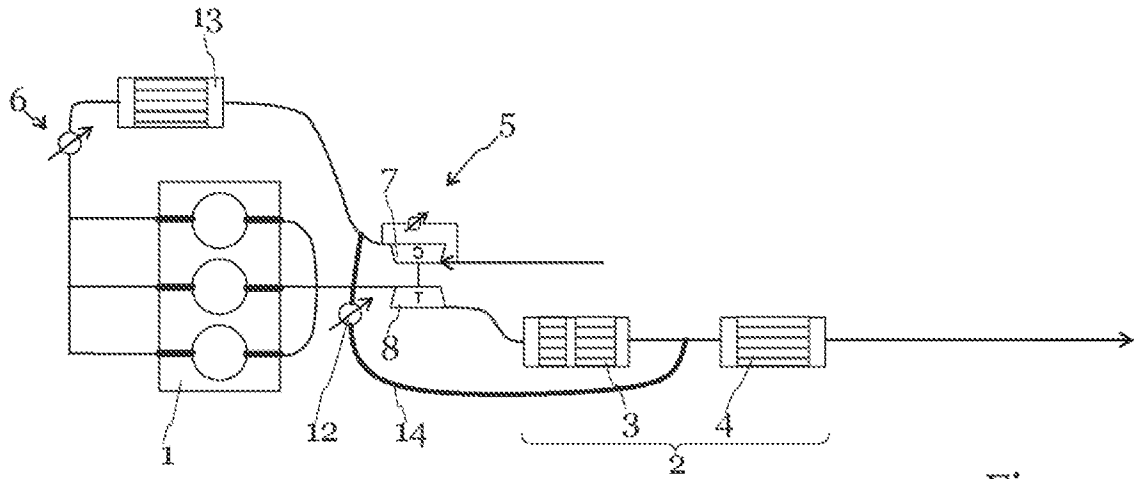


Fig.1a

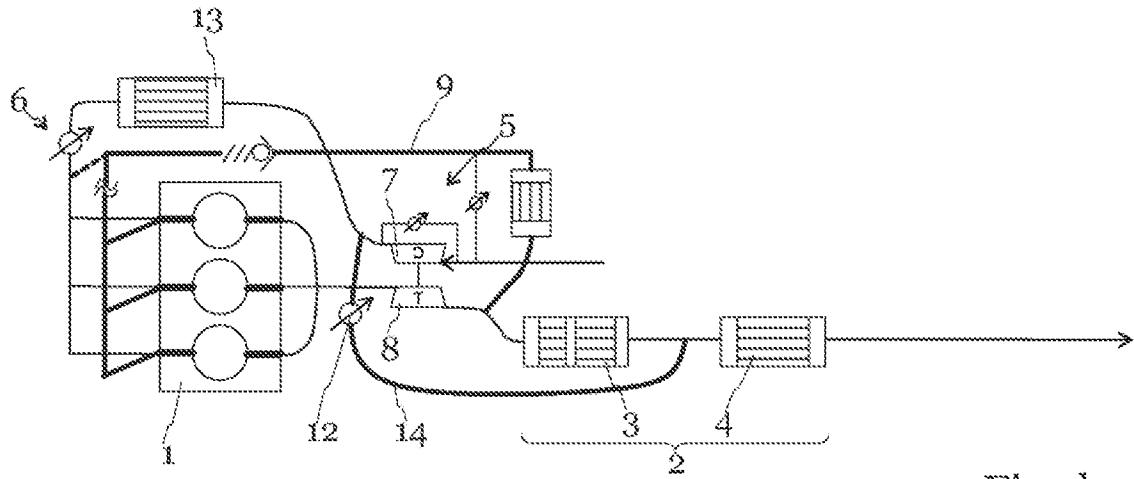


Fig.1b

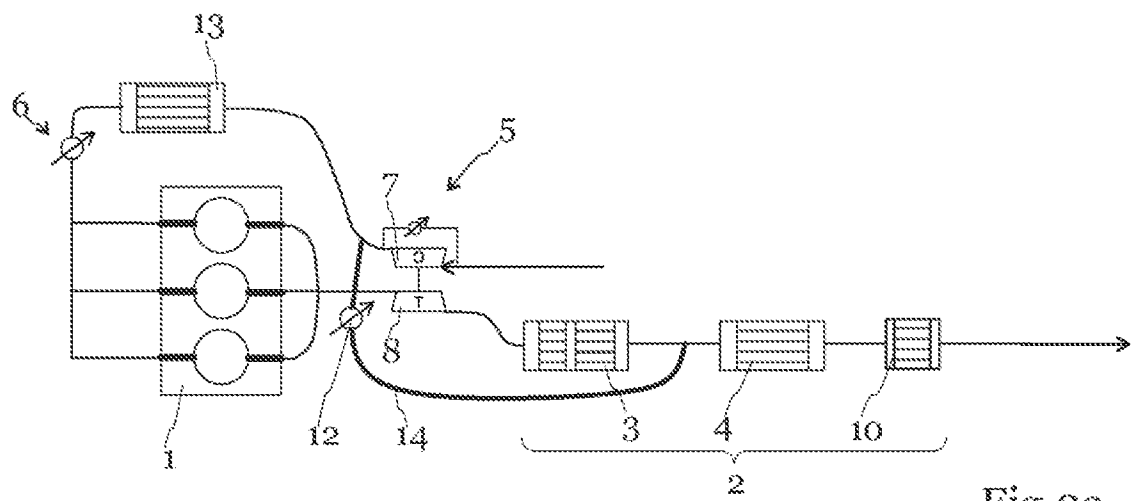


Fig.2a

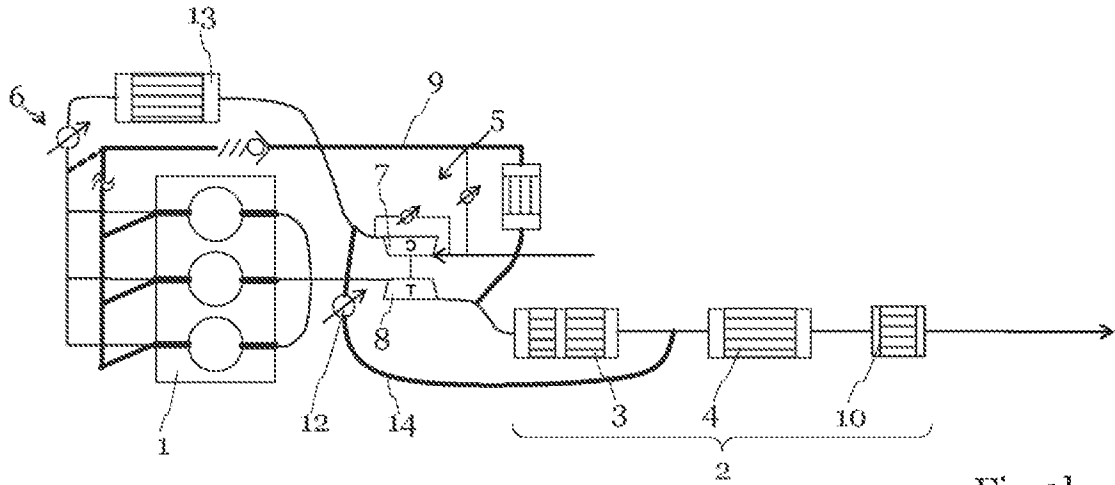


Fig.2b

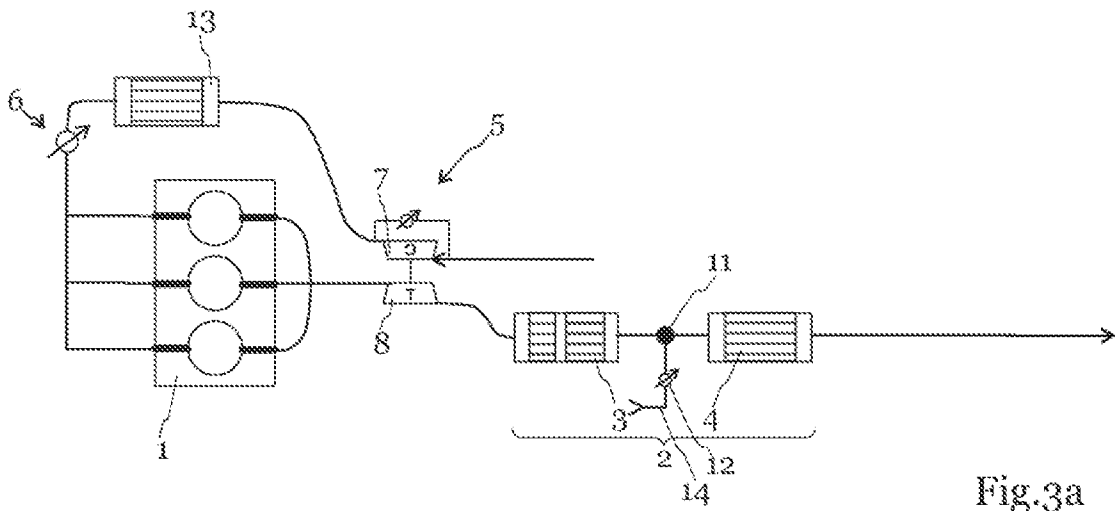


Fig.3a

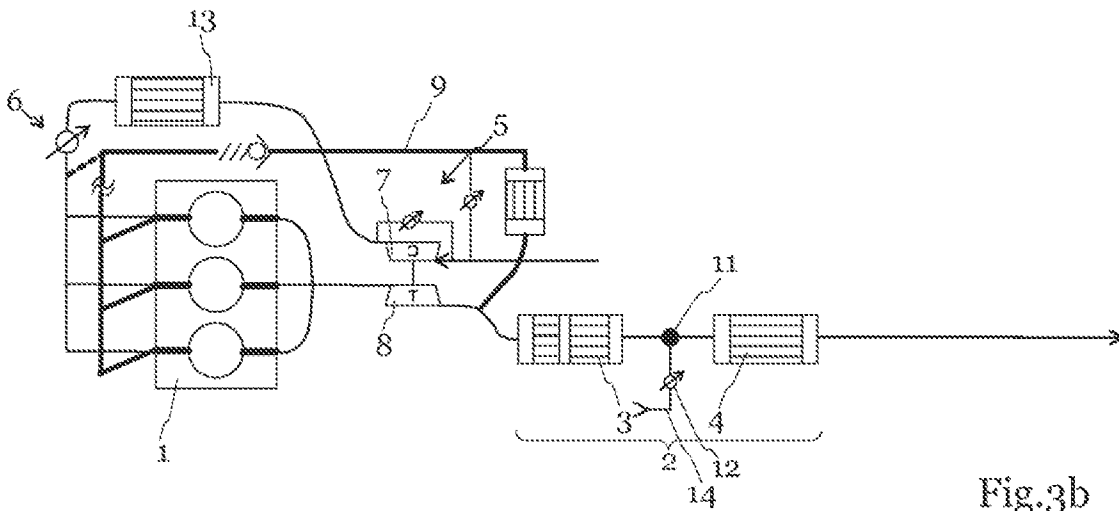


Fig.3b

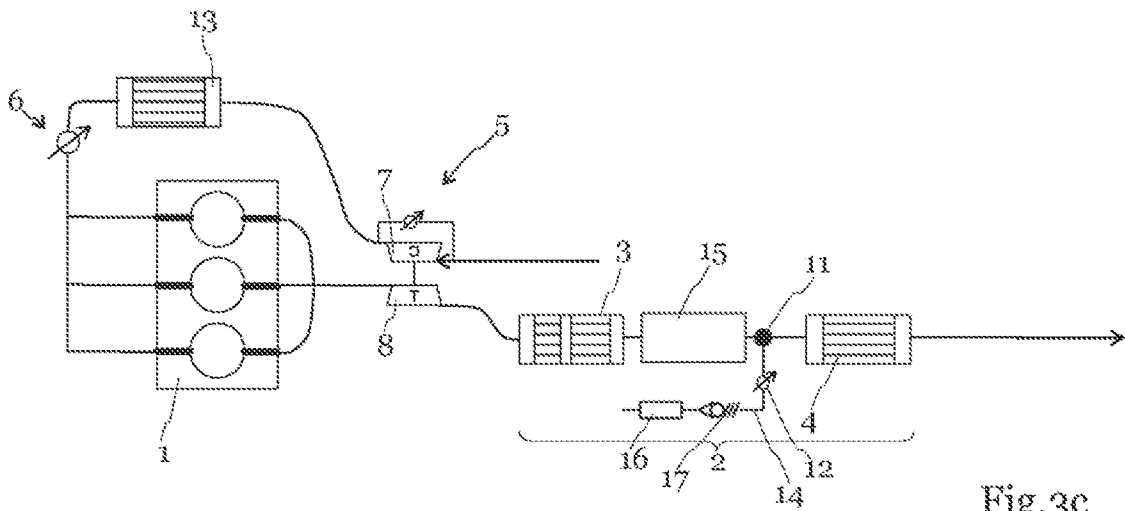


Fig.3c

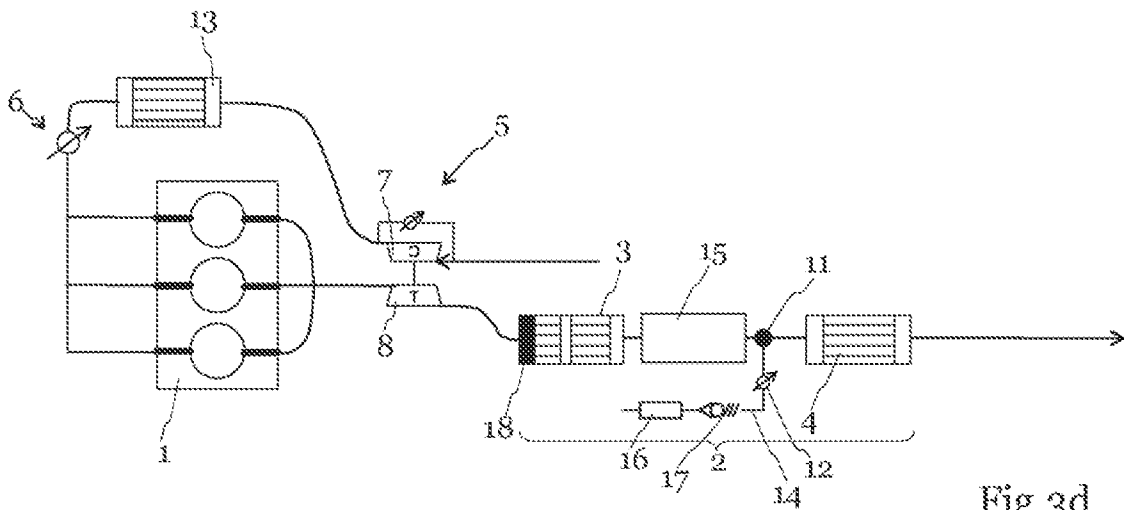


Fig.3d

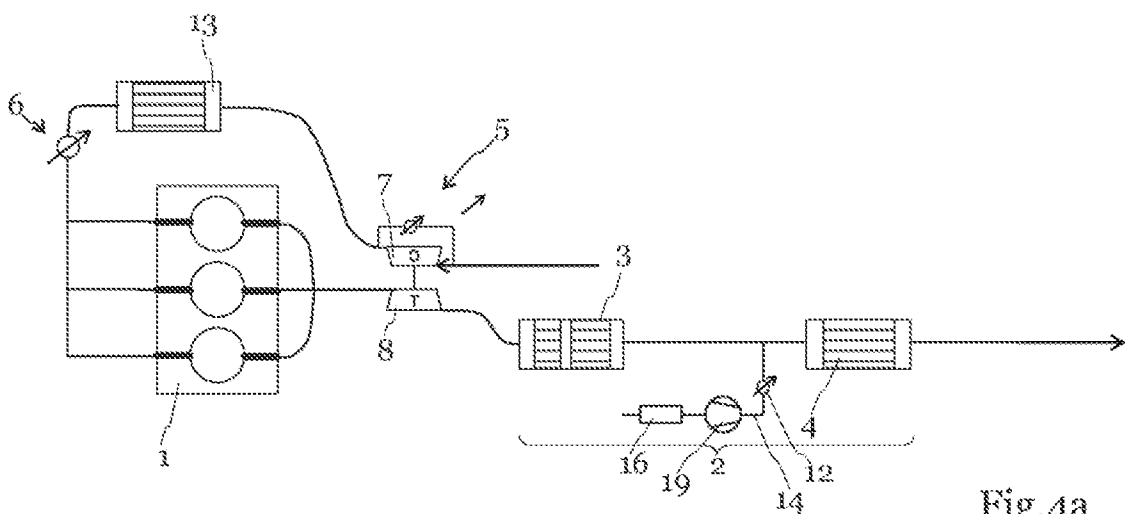


Fig.4a

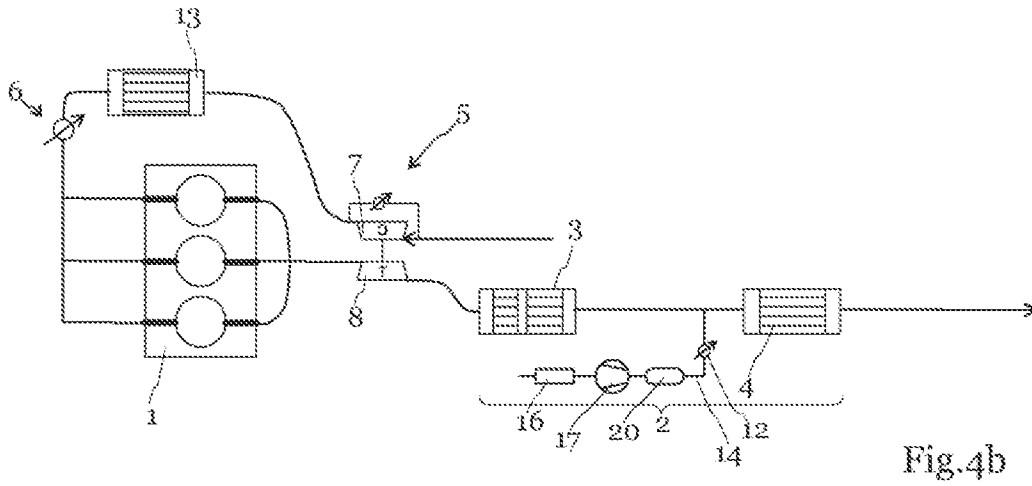


Fig. 4b

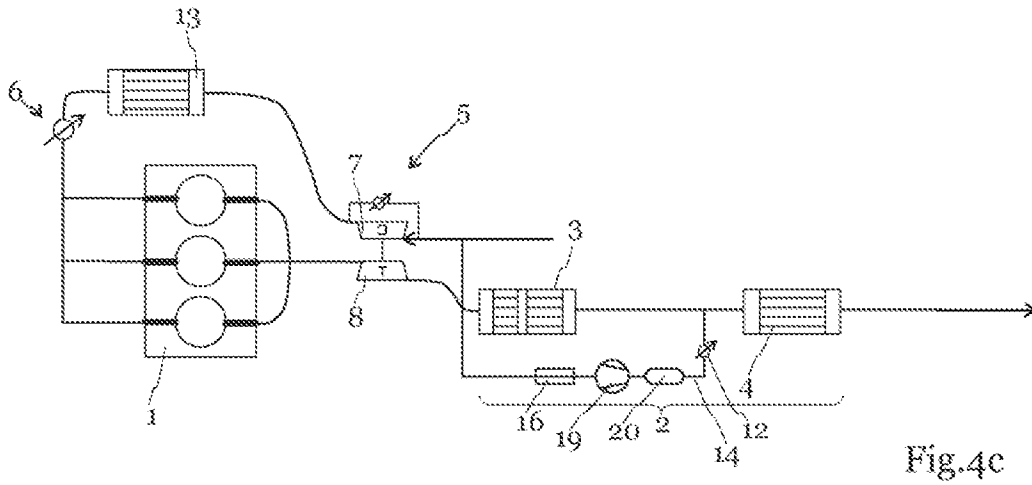


Fig. 4c

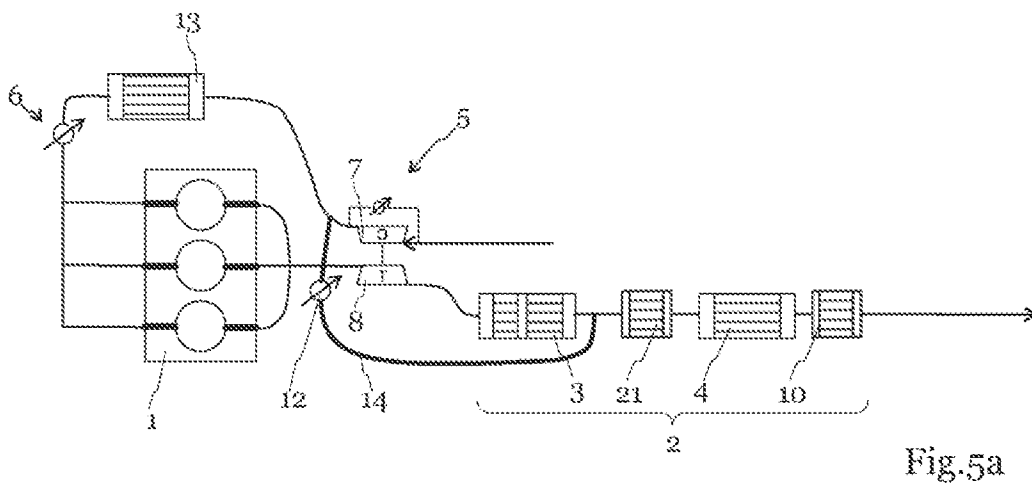
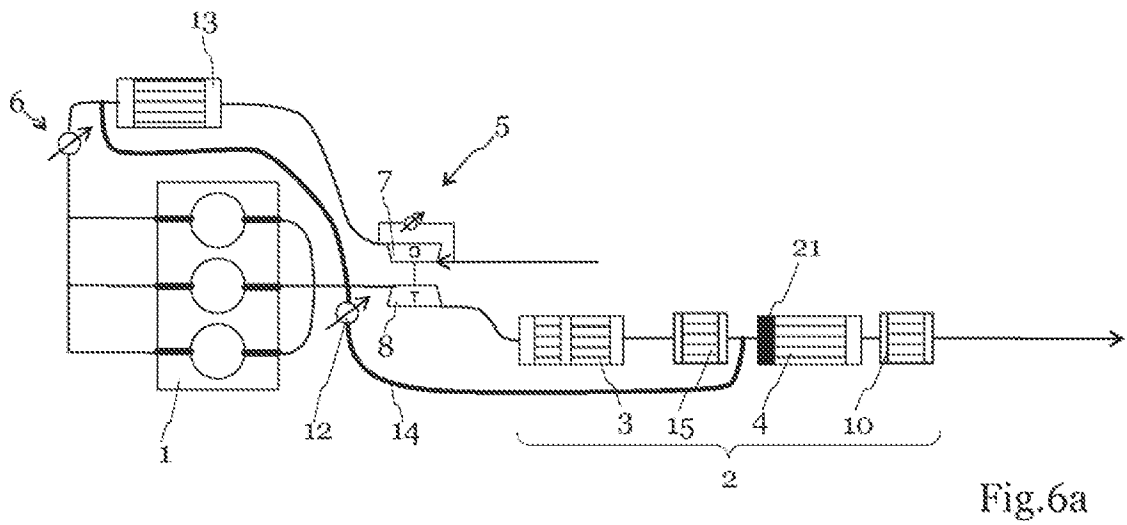
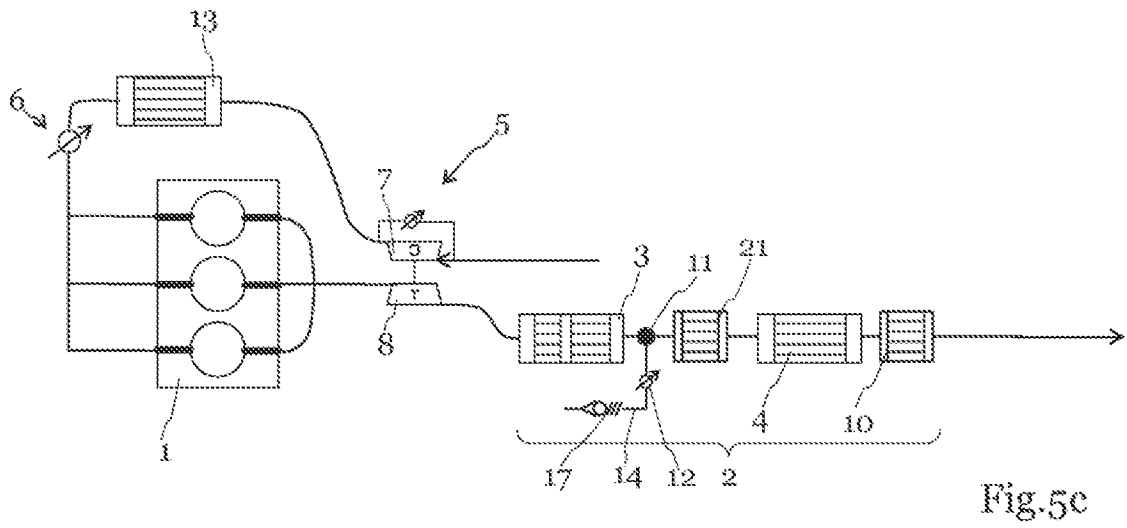
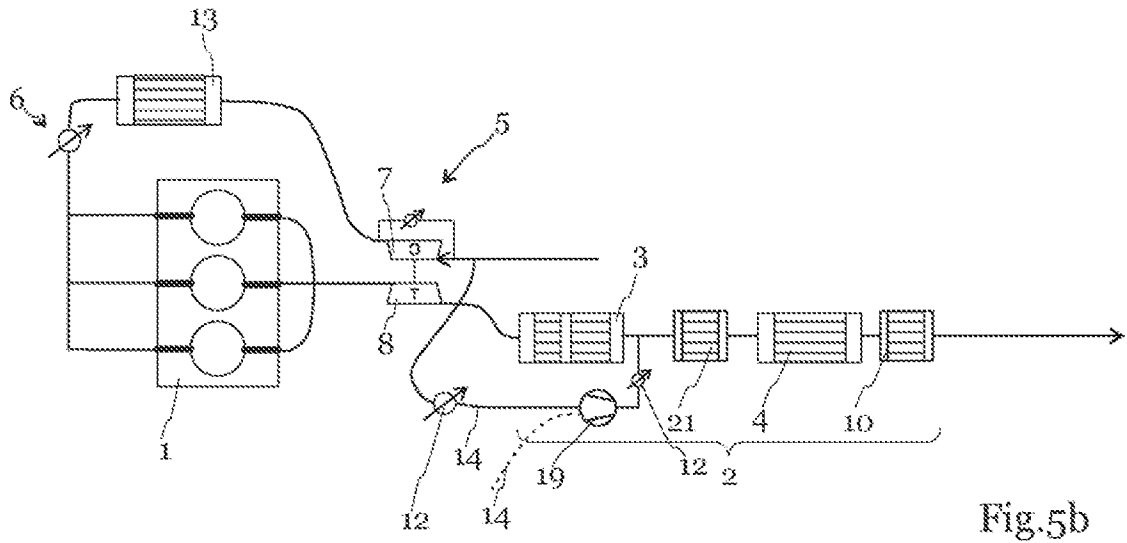


Fig. 5a



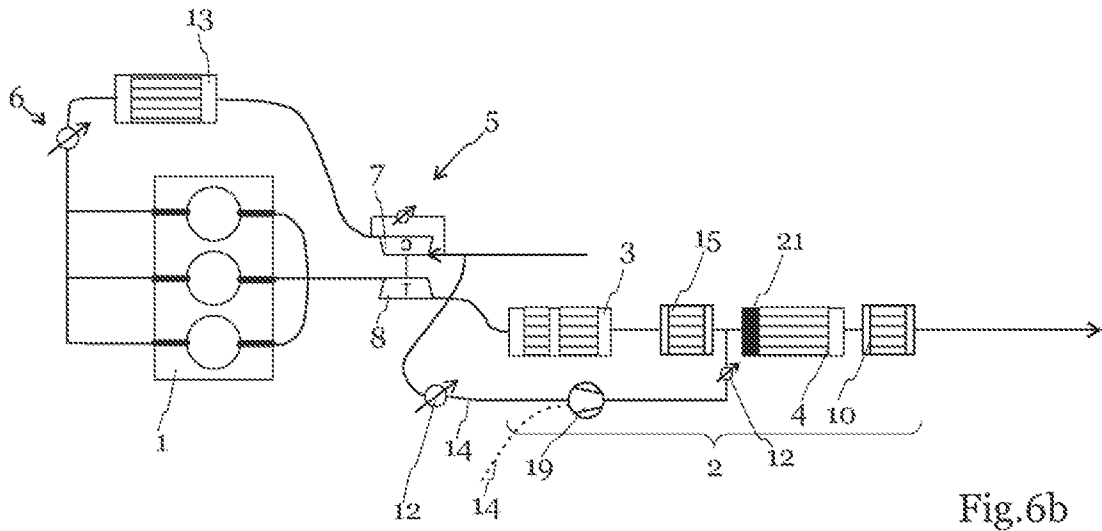


Fig.6b

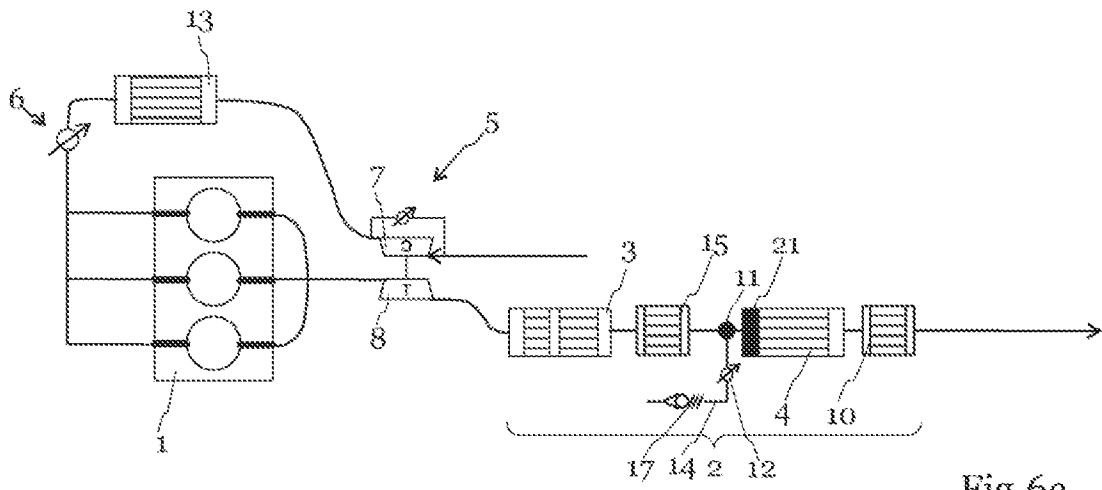


Fig.6c