

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50859/2018	(51)	Int. Cl.:	F01N 3/22	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	05.10.2018			F01N 3/20	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.04.2020			F01N 3/08	(2006.01)
					F01N 9/00	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0629771 A2
EP 3115566 A1
US 2009193796 A1

(71) Patentanmelder:
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 einem verbesserten NSC-System**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (2) einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden, wobei im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators (10) dem NO_x-Speicherkatalysator (10) über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) Sauerstoff zugeführt wird, 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/oder 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.

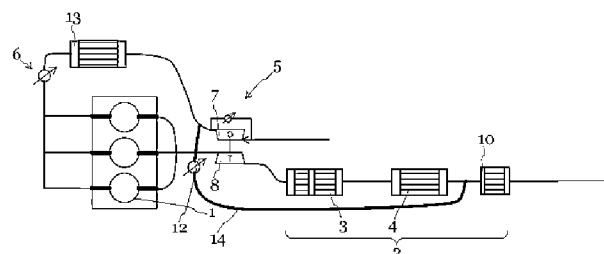


Fig.1a

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage (2) umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage (2) einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden, wobei im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators (10) dem NO_x-Speicherkatalysator (10) über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) Sauerstoff zugeführt wird, 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/oder 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.

Fig. 1

Verfahren und Ottomotoranordnung mit einem verbesserten NSC-System

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

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

Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen die von einem Dieselmotor emittierten Stickoxide, insbesondere in Form von Stickstoffdioxid NO_2 , zumindest temporär in einem NO_x -Speicherkatalysator, einem sogenannten NSC, gespeichert werden. Solche NO_x -Speicherkatalysatoren können als Speichermaterialien beispielsweise schwere Alkalimetalle (z.B. Kalium, Natrium), schwere Erdalkalimetalle (z.B. Barium, Calcium) oder leichte Seltenen Erden (z.B. Lanthan, Cer) in Form des Oxids oder des Carbonats umfassen.

Durch diese Speichermaterialien ist es möglich, die im Abgas enthaltenen Stickoxide zumindest temporär im NO_x -Speicherkatalysator zu speichern. Um das Speichern von Stickoxiden, insbesondere in Form von Stickstoffdioxid NO_2 , zu ermöglichen, ist ein Sauerstoffüberschuss im Abgas erforderlich, was bei einer herkömmlichen Dieselanordnung gewährleistet ist. Um die gespeicherten Stickstoffdioxide wieder freizusetzen und zu reduzieren, muss der Motor gemäß dem Stand der Technik phasenweise definiert unterstöchiometrisch betrieben werden.

Ferner sind Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors bekannt, in denen ein mit Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichteter Oxidationskatalysator vorgesehen ist, wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung dazu eingerichtet ist, Stickstoffmonoxid NO mit Sauerstoff O_2 zu Stickstoffdioxid NO_2 umzusetzen. Dadurch wird in oder an der Oxidationskatalysator-Beschichtung NO_2 erzeugt, sobald dieser NO und O_2 zugeführt wird.

Ferner 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.

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.

Ganz allgemein kann sich durch das Ablagern der Partikel an der Oberfläche bzw. im Inneren der Filterwand eine, die Filtration beeinflussende, Partikelschicht bilden – ein sogenannter Filterkuchen im Falle der Ausbildung an der Oberfläche, 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.

Auch in der Ottomotoranordnung ist, wie bereits aus herkömmlichen Dieselanordnungen bekannt, eine Regeneration des Abgasfilters bei einer entsprechend hohen Rußbeladung 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.

Die aktive Einleitung der Regeneration des Ottomotorpartikelfilters wird 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.

Bei herkömmlichen Ottomotoranordnungen ist im Vergleich zu herkömmlichen Dieselanordnungen einerseits die Abgastemperatur höher, wodurch eine thermisch oxidative Regeneration unter Vorhandensein 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 Regeneration des Ottomotorpartikelfilters zur Verfügung steht.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Ottomotoranordnung zu schaffen, um das bereits niedrige Stickoxidniveau nach dem mindestens einen Hauptkatalysator, insbesondere dem 3-Wege-Katalysator, weiter größtmöglich, insbesondere in Richtung von Immissions-Umgebungsluftgrenzwerten, zu reduzieren bzw. zu senken. Es ist 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 größtmögliche Unterschreitung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Schadstoff-Emissionsgesetze zu schonen.

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

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 NO_x-Speicherkatalysator umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators dem NO_x-Speicherkatalysator über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung Sauerstoff

und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte und/oder verdichtete Umgebungsluft, zugeführt 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.

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

Gegebenenfalls ist der NSC-Katalysator an einer Position in der Abgasnachbehandlungsanlage positioniert, in welcher die Abgastemperatur beim Eintritt in den NSC-Katalysator eine niedrigere Temperatur aufweist als beim Austritt aus dem Ottomotor.

Die Ottomotoranordnung umfasst einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage.

Ferner kann die Abgasnachbehandlungsanlage den/die Hauptkatalysator/en und den NO_x-Speicherkatalysator 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-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 umfassen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass anstatt des Oxidationskatalysators ein weiterer Katalysator oder ein Nebenkatalysator angeordnet ist.

Falls ein oder mehrere SCR-System/e und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfassen, vorgesehen sind, ist es günstig, wenn ein Betriebsstoff, insbesondere sogenanntes AdBlue®, von einer Dosiervorrichtung vor dem SCR-Katalysator, insbesondere nach dem Oxidationskatalysator, in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird. Der Betriebsstoff enthält dabei vorteilhaft ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion oder ist in ein Reduktionsmittel zur Stickoxidreduktion umsetzbar.

Ferner kann die Abgasnachbehandlungsanlage aus dem/den Hauptkatalysator/en und dem NO_x-Speicherkatalysator 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-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 sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung derart ausgebildet ist, dass die Abgasnachbehandlungsanlage unidirektional in Richtung der Abgasnachbehandlungsanlage durchströmt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Zuführungsleitung eine Sicherheitsvorrichtung umfasst, welche das Ausströmen des Abgases in die Umgebung oder in andere Abgaskomponenten verhindert.

Gegebenenfalls ist der Hauptkatalysator vor dem gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator, und der gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet.

Insbesondere strömt das im Ottomotor erzeugte Abgas durch den Hauptkatalysator, gegebenenfalls durch den Oxidationskatalysator und den NO_x-Speicherkatalysator der Abgasnachbehandlungsanlage.

In der Normalbetriebsphase, welche im Wesentlichen dem regulären Betriebsmodus der Ottomotoranordnung bzw. des Ottomotors entspricht, werden Treibstoff und Luft in den Brennraum mindestens eines Zylinders des Ottomotors 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.

Das heißt gegebenenfalls, dass sowohl in der Normalbetriebsphase als auch im Speicherbetrieb 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 Zeit der Schadstoffemissionskonvertierungsgrad der Abgasnachbehandlungsanlage zu keiner 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 %.

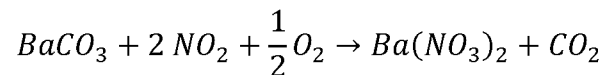
Insbesondere ist vorgesehen, dass das von dem Ottomotor erzeugte Abgas in der Normalbetriebsphase im Wesentlichen sauerstofffrei ist und allenfalls nur geringe Mengen an Sauerstoff enthält.

Es kann vorgesehen sein, den Ottomotor im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators wie in der Normalbetriebsphase zu betreiben.

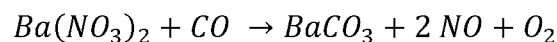
Im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators wird dem NO_x-Speicherkatalysator über eine Zuführungsleitung Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte und/oder verdichtete Umgebungsluft, zugeführt. Vorzugsweise mündet die Zuführungsleitung vor dem NO_x-Speicherkatalysator und gegebenenfalls vor dem Oxidationskatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage.

Durch die Zuführung von Sauerstoff, insbesondere von Luft, kann der NO_x-Speicherkatalysator die vom Ottomotor emittierten Stickoxide, insbesondere in Form von Stickstoffdioxid NO₂, zumindest temporär speichern und gegebenenfalls die gespeicherten Stickoxide zu Stickstoff N₂ umsetzen, wenn der NO_x-Speicherkatalysator oder das durch den NO_x-Speicherkatalysator strömende Abgas eine Temperatur aufweist, welche größer als eine Speichertemperatur, insbesondere größer als 100 °C, vorzugsweise größer als 180 °C, ist. Hier wird angeführt, dass bei den unterschiedlichen NO_x-Speicherkatalysator-Beschichtungstechnologien eine unterschiedliche zur Speicherung nötige „light off“ Speichertemperatur erreicht werden muss. In weiterer Folge soll die Speichertemperatur einen Höchstwert so wenig wie möglich überschreiten um aus einem sogenannten Speicherfenster nicht wieder herauszufallen.

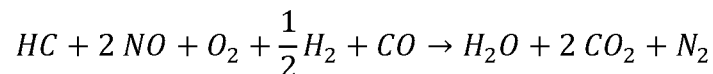
Wenn beispielsweise Barium Ba als Speichermaterial verwendet wird, läuft die Einspeicherung von den vom Ottomotor emittierten Stickoxiden in Form von Stickstoffdioxid im Wesentlichen nach folgender Vorschrift ab:



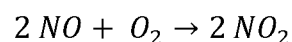
Ferner kann es möglich sein, dass das eingespeicherte Stickstoffdioxid durch die Zuführung von Kohlenmonoxid CO und Kohlenwasserstoffen HC und den dadurch bedingten Zerfall des Nitrats wieder freigesetzt wird. Wenn beispielsweise Barium Ba als Speichermaterial verwendet wird, läuft diese Ausspeicherung im Wesentlichen nach folgender Vorschrift ab:



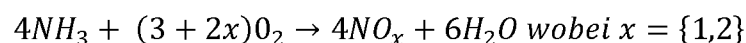
Das dadurch entstehende Stickstoffmonoxid NO kann durch ein Reduktionsmittel wie beispielsweise durch Kohlenwasserstoff HC, durch Wasserstoff H₂ oder durch Kohlenmonoxid CO an einer Edelmetallkomponente des NO_x-Speicherkatalysators, insbesondere an Rhodium Rh, zu Stickstoff N₂ reduziert werden. Diese Reduktion läuft im Wesentlichen nach folgender Vorschrift ab:



Vorzugsweise ist vorgesehen, dass im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators oder vor dem NO_x-Speicherkatalysator ein mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichteter Katalysator vorgesehen ist. Diese Oxidationskatalysator-Beschichtung kann dazu eingerichtet sein, NO mit O₂ zu NO₂ umzusetzen. Diese Umsetzung läuft im Wesentlichen nach folgender Vorschrift ab:



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 läuft im Wesentlichen nach folgender Vorschrift ab:



Insbesondere kann der Oxidationskatalysator mit Sauerstoff gegebenenfalls gebildetes NH_3 minimieren oder verringern. Die dabei entstehende Reaktionsprodukte, insbesondere die Stickoxide, können anschließend einer, vorzugsweise bestmöglich, effektiven NO_x -Nachbehandlung, wie beispielsweise einem NO_x -Speicherkatalysator, zugeführt werden.

Dadurch ist es möglich, Neben- und Zwischenprodukte katalytischer Reaktionen, beispielsweise entstehendes NH_3 , in den Katalysatoren, insbesondere im Oxidationskatalysator, zu oxidieren und die bei dieser Oxidation im Oxidationskatalysator entstehenden Reaktionsprodukte, insbesondere die Stickoxide, einer bestmöglichen NO_x -Nachbehandlung zuzuführen. Insbesondere ist es möglich, dass im Hauptkatalysator, insbesondere im 3-Wege-Katalysator, NH_3 gebildet wird, wenn CO oder H_2 im Abgas vorhanden ist.

Vorzugsweise umfasst die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, oder ist aus einem Platinmetall, wie insbesondere aus Platin, aus Rhodium und/oder aus Palladium gebildet.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass im Speicherbetrieb des NO_x -Speicherkatalysators auch der Oxidationskatalysator-Beschichtung Sauerstoff und insbesondere Luft zugeführt wird. Dadurch kann in einem ersten Schritt das im Abgas enthaltene Stickstoffmonoxid mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid umgesetzt und in einem zweiten Schritt das so erzeugte Stickstoffdioxid in dem NO_x -Speicherkatalysator eingespeichert werden.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren ist es nicht notwendig, den Ottomotor periodisch mager oder fett zu betreiben, da dem NO_x -Speicherkatalysator über die Zuführungsleitung Sauerstoff und insbesondere Luft zugeführt wird. Sogar im Gegensatz zu dem im Stand der Technik beschriebenen Verfahren kann es möglich sein, den Ottomotor, insbesondere immer, in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ zu betreiben und/oder zu regeln. Dadurch kann es möglich sein, dass dem 3-Wege-Katalysator und den anderen als 3-Wege-Katalysator wirkenden Abgasnachbehandlungskomponenten im Wesentlichen immer ein im Wesentlichen sauerstofffreies oder sauerstoffarmes Abgas zugeführt wird.

Während des Speicherbetriebs des NO_x-Speicherkatalysators kann der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null sein.

Während des Speicherbetriebs des NO_x-Speicherkatalysators kann die den Hauptkatalysator durchströmende Sauerstoffmenge des Abgases oder die Sauerstoffmenge des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases daher 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.

Insbesondere weist 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 Speicherbetrieb einen hohen, vorzugsweise bestmöglichen, Wirkungsgrad auf.

Dadurch kann es möglich sein, die vom Ottomotor emittierten Stickoxide in Form von NO₂ in dem NO_x-Speicherkatalysator einzuspeichern, ohne die Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere den Hauptkatalysator, mit Sauerstoff fluten zu müssen.

Insbesondere kann der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, unbeeinflusst vom Speicherbetrieb des NO_x-Katalysators, also von der Einspeicherung der Stickoxide, sein. Das heißt, dass gegebenenfalls der Wirkungsgrad des Hauptkatalysators, insbesondere des 3-Wege-Katalysators, durch den Speicherbetrieb nicht verringert wird.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass nur der NO_x-Speicherkatalysator und gegebenenfalls der Oxidationskatalysator im Speicherbetrieb mit sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere Luft, durchströmt wird/werden.

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.

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.

Gegebenenfalls wird der Speicherbetrieb nach der maximal möglichen Einspeicherung von NO₂ im NO_x-Speicherkatalysator unterbrochen.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in der Normalbetriebsphase das Abgas des Ottomotors dem Hauptkatalysator, gegebenenfalls dem Oxidationskatalysator und dem NO_x-Speicherkatalysator 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.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Speicherbetrieb vor oder in dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere an der Oxidationskatalysator-Beschichtung, NO mit dem durch die, insbesondere unidirektional ausgeführte, Zuführungsleitung zugeführten Sauerstoff zu NO₂ umgesetzt wird und dass das gebildete NO₂ zumindest teilweise im NO_x-Speicherkatalysator zumindest temporär gespeichert wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird im Speicherbetrieb vor oder in dem NO_x-Speicherkatalysator NO mit dem durch die unidirektional ausgeführte Zuführungsleitung zugeführten Sauerstoff zu NO₂ umgesetzt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der durch die Zuführungsleitung dem NO_x-Speicherkatalysator zugeführte, insbesondere unidirektional zugeführte, Sauerstoffvolumenstrom oder Luftvolumenstrom, insbesondere über ein Zuführventil, gesteuert oder geregelt wird.

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

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage gegebenenfalls eine Sicherheitsvorrichtung, wie beispielsweise ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, welches insbesondere stromlos geschlossen ist, umfassen, sodass das Ausströmen des Abgases in die Umgebung in jedem Fall verhindert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage den/die Hauptkatalysator/en und den NO_x-Speicherkatalysator 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-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/t, und/oder eine Sekundärlufteindüsung umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus dem/den Hauptkatalysator/en und dem NO_x-

Speicherkatalysator 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-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.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder wirkenden Hauptkatalysator, gegebenenfalls einen Oxidationskatalysator, einen Ottomotorpartikelfilter und den NO_x-Speicherkatalysator umfasst, wobei gegebenenfalls der Hauptkatalysator vor dem Ottomotorpartikelfilter und der Ottomotorpartikelfilter vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder wirkenden Hauptkatalysator, gegebenenfalls einem Oxidationskatalysator, einem Ottomotorpartikelfilter und dem NO_x-Speicherkatalysator gebildet ist, wobei gegebenenfalls der Hauptkatalysator vor dem Ottomotorpartikelfilter und der Ottomotorpartikelfilter vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist. Der Oxidationskatalysator kann vor dem Ottomotorpartikelfilter und/oder vor dem NO_x-Speicherkatalysator vorgesehen sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators der Sauerstoffgehalt des im Hauptkatalysator befindlichen Abgases kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in allen Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage, welche vor dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere vor der Einmündung der Zuführungsleitung, angeordnet sind, der

Sauerstoffgehalt im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators gering, insbesondere kleiner als 5 Vol.-%, oder im Wesentlichen null ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft dem NO_x-Speicherkatalysator in seinem Speicherbetrieb über die nach dem Hauptkatalysator, insbesondere nach einem 3-Wege-Katalysator, und vor dem NO_x-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung zugeführt wird und/oder dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft dem NO_x-Speicherkatalysator in seinem Speicherbetrieb über die nach einem Ottomotorpartikelfilter und vor dem NO_x-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung zugeführt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem NO_x-Speicherkatalysator im Speicherbetrieb 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 oder nach dem Ottomotorpartikelfilter vor dem NO_x-Speicherkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

Das heißt, dass im Speicherbetrieb Luft aus der Umgebung durch den Verdichter des Turboladers, durch die Zuführungsleitung und anschließend durch den gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator und den NO_x-Speicherkatalysator strömen kann.

Insbesondere ist vorgesehen, dass vom Verdichter des Turboladers verdichtete Luft nach dem Verdichter des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt und vor dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, aus der Zuführungsleitung austritt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem NO_x-Speicherkatalysator im Speicherbetrieb, vorzugsweise gefilterte oder verdichtete, Umgebungsluft zugeführt wird, dass die Umgebungsluft aus der Umgebung in die Zuführungsleitung, insbesondere unidirektional, eintritt und dass die Umgebungsluft nach dem Hauptkatalysator und vor dem NO_x-Speicherkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

Das heißt, dass im Speicherbetrieb Umgebungsluft durch die Zuführungsleitung und anschließend durch den gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator und den NO_x-Speicherkatalysator strömen kann.

Insbesondere ist vorgesehen, dass Luft, insbesondere unverdichtete und/oder gefilterte Umgebungsluft, in die Zuführungsleitung eintritt und vor dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere nach dem Hauptkatalysator, aus der Zuführungsleitung austritt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage vorliegende Abgasströmung, insbesondere unidirektional, angesaugt wird, und insbesondere, dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird.

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.

Ferner kann ein Unterdruck in der Abgasnachbehandlungsanlage vorliegen oder entstehen, wenn die Abgasnachbehandlungsanlage mit Abgas durchströmt wird. Es kann somit möglich sein, dass durch diesen Unterdruck Luft aus der Umgebung in die Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere vor den NO_x-Speicherkatalysator, durch die Zuführungsleitung, insbesondere automatisch, gesaugt wird.

Insbesondere kann die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht werden. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage in dem Bereich, in welchem die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, eine Venturi-Düse umfasst.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage eine Sicherheitsvorrichtung, wie beispielsweise ein Rückschlagventil oder eine Membran, umfasst, wodurch das Ausströmen des Abgases

in andere Systemkomponenten der Ottomotoanordnung oder die Umgebung verhindert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass dem NO_x-Speicherkatalysator im Speicherbetrieb Luft, insbesondere durch einen Turbolader des Ottomotors verdichtete Luft, zugeführt wird, wobei die Luft zwischen einem Ladeluftkühler des Turboladers und dem Ottomotor in die Zuführungsleitung eintritt, oder wobei die Luft zwischen einem Verdichter und einem Ladeluftkühler des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt, und dass die Luft nach dem Hauptkatalysator und vor dem NO_x-Speicherkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

Das heißt, dass im Speicherbetrieb Luft aus der Umgebung durch den Verdichter des Turboladers, durch die Zuführungsleitung und anschließend durch den gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator und den NO_x-Speicherkatalysator strömen kann.

Insbesondere ist vorgesehen, dass vom Verdichter des Turboladers verdichtete Luft nach dem Verdichter des Turboladers in die Zuführungsleitung eintritt und vor dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere nach dem Hauptkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die zugeführte Luft nach dem Hauptkatalysator und vor dem gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator, vor dem Ottomotorpartikelfilter und vor dem NO_x-Speicherkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die zugeführte Luft nach dem Hauptkatalysator und nach dem Ottomotorpartikelfilter und vor dem gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator und vor dem NO_x-Speicherkatalysator aus der Zuführungsleitung austritt.

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 dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators, ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement zur Beheizung des NO_x-Speicherkatalysators vorgesehen ist.

Die Heizelemente können durch das Bordnetz gespeist werden, welches insbesondere eine Nennspannung von 12 Volt oder 48 Volt aufweist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass vor jeder Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere im vorderen Bereich jeder Abgasnachbehandlungskomponente, mindestens ein Heizelement vorgesehen ist. Beispielsweise können der Hauptkatalysator und/oder der Oxidationskatalysator und/oder der Ottomotorpartikelfilter und/oder der NO_x-Speicherkatalysator und/oder alle weiteren Komponenten der Abgasnachbehandlungsanlage durch die Heizelemente die für ihre effiziente Funktion notwendige Funktionstemperatur (light-off temperature) früher erreichen.

Insbesondere ist vorgesehen, vor dem NO_x-Speicherkatalysator ein Heizelement vorzusehen, um gerade bei einem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine den NO_x-Speicherkatalysator schnell auf seine Funktionstemperatur erwärmen zu können und somit den Ausstoß von schädlichen, gasförmigen Emissionen wie beispielsweise CO, THC oder NO_x-Emissionen zu minimieren. Da der NO_x-Speicherkatalysator für seine Funktion in der Regel eine geringere Temperatur benötigt als der 3-Wege-Katalysator, können die vom Ottomotor emittierten NO_x-Emissionen bei einem Kaltstart vom NO_x-Speicherkatalysator aufgenommen werden.

Ferner kann es vorteilhaft sein, dass das, insbesondere katalytisch beschichtete, Heizelement vor einem Oxidationskatalysator, vor dem Ottomotorpartikelfilter, welcher gegebenenfalls eine Oxidationskatalysator-Beschichtung und/oder einer NO_x-Speicherkatalysatorfunktion umfasst, vor einem separaten NO_x-Speicherkatalysator-Bauteil und/oder vor der Gesamtgruppierung der Abgasnachbehandlungskomponenten, angeordnet ist, um neben dem oben genannten Vorteil betreffend die NO_x-Emissionen auch möglichst früh nach oder vorzugsweise bei Motorstart eine aktive 3-Wege-Funktion zu ermöglichen.

Ferner können die Heizelemente und die dadurch ermöglichte Erwärmung der einzelnen Katalysatoren für deren Entschwefelung verwendet werden. Insbesondere kann es dadurch möglich sein, eine Entschwefelung des NO_x-Speicherkatalysators mit dem Heizelement durchzuführen. Da der NO_x-Speicherkatalysator insbesondere auch als letzte Abgaskomponente in der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet sein kann, hat solch eine Entschwefelung den geringsten thermischen Einfluss auf die anderen Abgasnachbehandlungskomponenten. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren wird für die Entschwefelung kein zusätzlicher Treibstoff oder nur eine geringe Menge an zusätzlichem Treibstoff benötigt und auch die Partikelemissionen werden im Wesentlichen nicht erhöht. Die für die Entschwefelung erforderliche Temperatur, insbesondere das für die Entschwefelung erforderliche Temperaturfenster, kann über jener/m liegen, bei welcher/m eine Speicherung von Stickoxiden möglich ist. Um einen ungewollten Stickoxidausstoß zu vermeiden, wird der NO_x-Speicherkatalysator gegebenenfalls vollständig regeneriert, bevor eine Entschwefelung stattfindet.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Abgas und die im Speicherbetrieb zugeführte Luft zuerst durch ein Heizelement beheizt werden und anschließend durch den NO_x-Speicherkatalysator strömen, und dass das Heizelement vor dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators, vorgesehen ist.

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 im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters eine Oxidationskatalysator-Beschichtung, wie insbesondere eine Platinmetallbeschichtung, eine Platinbeschichtung, eine Rhodiumbeschichtung und/oder eine Palladiumbeschichtung vorgesehen ist.

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 Abgasrückführleitung zugeführt 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 Abgasrückführleitung zugeführt wird, das vor oder bei dem Übergang von einer befeuerten Schubbetriebsphase in die unbefeuerte Schubbetriebsphase im Ottomotor erzeugt wurde.

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.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage zumindest einen Hauptkatalysator und einen dem Hauptkatalysator nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff und/oder von Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter umfasst, dass in einem Regenerationsbetrieb über eine oder die

in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter 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 des Hauptkatalysators unbeeinflusst ist.

Insbesondere ist vorgesehen, den durch die Zuführungsleitung eingebrachten Sauerstoff kombiniert zu nutzen, und mit diesem Sauerstoff einerseits den NO_x-Speicherkatalysator in seinem Speicherbetrieb und andererseits den Ottomotorpartikelfilter in seinem Regenerationsbetrieb zu betreiben. Dadurch kann es möglich sein, eine vor dem NO_x-Speicherkatalysator positionierten Ottomotorpartikelfilters in Betriebsbereichen der Ottomotoranordnung zu regenerieren, in welchen eine Regeneration bisher aufgrund von Sauerstoffmangel nicht stattfinden konnte.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die dem Ottomotorpartikelfilter und dem NO_x-Speicherkatalysator Sauerstoff zubringende Zuführungsleitung vor dem Ottomotorpartikelfilter und nach dem Hauptkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen dem Hauptkatalysator, dem Oxidationskatalysator und/oder dem Ottomotorpartikelfilter nachgeordneten SCR-Katalysator umfasst, dass der SCR-Katalysator vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist, dass im Reduktionsbetrieb des SCR-Katalysators dem SCR-Katalysator 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.

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.

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.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Betriebsstoff, insbesondere sogenanntes AdBlue®, 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.

Insbesondere betrifft die Erfindung eine Ottomotoranordnung, wobei die Ottomotoranordnung einen Ottomotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage umfasst, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage einen Hauptkatalysator und einen dem Hauptkatalysator nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator umfasst, wobei gegebenenfalls ein Oxidationskatalysator zwischen dem Hauptkatalysator und dem NO_x-Speicherkatalysator vorgesehen ist, wobei der Oxidationskatalysator eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst, wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden, wobei die Ottomotoranordnung eine in die Abgasnachbehandlungsanlage mündende,

insbesondere unidirektional durchströmte, Zuführungsleitung umfasst, und wobei die Ottomotoranordnung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist.

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

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung vor dem NOx-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, wobei die Zuführungsleitung zwischen einem Verdichter und einem Ladeluftkühler eines Turboladers des Ottomotors abzweigt, oder wobei die Zuführungsleitung zwischen einem Ladeluftkühler eines Turboladers des Ottomotors und dem Ottomotor abzweigt, oder wobei die Zuführungsleitung zwischen dem Luftfilter und einem Verdichter eines Turboladers des Ottomotors abzweigt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung vor dem NOx-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, wobei die Zuführungsleitung ein Gebläse umfasst, welches aus Ansaugtrakt und/oder Umgebungsluft gespeist ist, und/oder wobei die Zuführungsleitung einen Druckspeicher, insbesondere einen Druckluftspeicher, umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse zur Förderung des Sauerstoffs, insbesondere zur Förderung der Luft, entlang der Zuführungsleitung vorgesehen ist. Insbesondere kann das Gebläse als Sekundärluftpumpe, als elektrischer Verdichter oder als mechanischer Verdichter ausgebildet sein.

Gegebenenfalls kann dadurch auch, kontinuierlich oder diskontinuierlich, ein Druckspeicher befüllt werden, der wiederum als Sauerstoffspeicher, insbesondere Luftspeicher, dient und in der Zuführungsleitung zwischen einem Gebläse, einem mechanischen Verdichter und/oder einem elektrischen Verdichter und der Einmündung in die Abgasanlage angeordnet ist.

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

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Zuführungsleitung vor dem NO_x-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet, und/oder dass die Zuführungsleitung zur Einbringung von Luft aus der Umgebung außerhalb der Ottomotoranordnung zur Umgebungsluft, insbesondere unidirektional, in Richtung der Abgasnachbehandlungsanlage geöffnet ist, und/oder dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage vorliegende Abgasströmung in die Abgasnachbehandlungsanlage angesaugt wird, und/oder dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse in die Abgasnachbehandlungsanlage eingebracht wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder als 3-Wege-Katalysator wirkenden Hauptkatalysator, gegebenenfalls einen Vor-, Heiz- oder Nebenkatalysator, gegebenenfalls den Oxidationskatalysator, einen Ottomotorpartikelfilter und/oder den NO_x-Speicherkatalysator umfasst, wobei gegebenenfalls der Vorkatalysator oder Heizkatalysator vor dem Hauptkatalysator, der Hauptkatalysator vor dem Oxidationskatalysator, der Oxidationskatalysator vor dem Ottomotorpartikelfilter und der Ottomotorpartikelfilter vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder als 3-Wege-Katalysator wirkenden Hauptkatalysator, gegebenenfalls einem Vor-, Heiz-, oder Nebenkatalysator, gegebenenfalls dem Oxidationskatalysator, einem Ottomotorpartikelfilter und/oder dem NO_x-Speicherkatalysator gebildet ist, wobei gegebenenfalls der Vorkatalysator oder Heizkatalysator vor dem Hauptkatalysator, der Hauptkatalysator vor dem Oxidationskatalysator, der Oxidationskatalysator vor dem Ottomotorpartikelfilter und der Ottomotorpartikelfilter vor dem NO_x-Speicherkatalysator angeordnet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen dem Hauptkatalysator und dem NO_x-Speicherkatalysator, insbesondere zwischen dem Hauptkatalysator und dem Ottomotorpartikelfilter, ein oder der mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichtete/r Oxidationskatalysator vorgesehen ist, und/oder dass ein oder der

Oxidationskatalysator ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter ist, und/oder dass der Ottomotorpartikelfilter eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst, wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung vorzugsweise in Flussrichtung des Abgases von der Vorderseite des Ottomotorpartikelfilters aufgebracht wird, und dass die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst.

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

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 keinen Katalysator oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.

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

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.

Es kann vorgesehen sein, dass der Ottomotorpartikelfilter dazu eingerichtet ist, Partikel zu filtern, NO_x zu speichern und Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Stickoxide umzusetzen. Dadurch ist der Ottomotorpartikelfilter als 3-Wege-Katalysator mit Speicherfunktion ausgebildet.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Venturi-Düse zur Einbringung der Umgebungsluft in der Zuführungsleitung in die Abgasnachbehandlungsanlage vorgesehen ist und dass die Venturi-Düse vor dem NO_x-Speicherkatalysator in die Abgasnachbehandlungsanlage mündet.

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 der dem NO_x-Speicherkatalysator zugeführten Sauerstoffmenge und insbesondere der Luft eingerichtet ist und/oder dass die Zuführungsleitung eine Sicherheitsvorrichtung, wie insbesondere ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, welches insbesondere stromlos geschlossen ist, umfasst.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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

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

Fig. 1a, 1b, 1c und 1d zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d und 2e zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

Fig. 3a und 3b zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung,

Fig. 4 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, und

Fig. 5a, 5b und 5c zeigen eine schematische grafische Darstellung von Varianten einer fünften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung.

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, Abgasrückführleitung 9, NO_x-Speicherkatalysator 10, Heizelement 11, Zuführventil 12, Ladeluftkühler 13, Zuführungsleitung 14, Venturi-Düse 15 und Gehäuse 16, Oxidationskatalysator 17, weiterer Hauptkatalysator 18, Filtervorrichtung 19, Sicherheitsvorrichtung 20, Gebläse 21 und Druckspeicher 22.

In allen Varianten kann vorgesehen sein, dass ein Oxidationskatalysator 17 vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 angeordnet ist. Der Oxidationskatalysator 17 kann dazu eingerichtet sein, NO mit O₂ zu NO₂ umzusetzen. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Zuführungsleitung 14 vor dem Oxidationskatalysator 17 und vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 mündet, sodass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10, der Oxidationskatalysator 17 und der NO_x-Speicherkatalysator 10 mit Sauerstoff, insbesondere Luft, durchströmt werden.

Beispielsweise kann ein Teil des NO_x-Speicherkatalysators 10 dazu eingerichtet, unter Verwendung des durch die Zuführungsleitung 14 eingebrachten Sauerstoffs das NO des Abgases zu NO₂ umzusetzen. Dieser Teil des NO_x-Speicherkatalysators 10 weist eine Oxidationskatalysator-Beschichtung auf, welche ein Element der Platinmetalle

bzw. Platinoide umfasst oder aus einem Element der Platinmetalle bzw. Platinoide gebildet ist.

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

In dieser Ausführungsform umfasst die Ottomotoranordnung einen Ottomotor 1 und eine Abgasnachbehandlungsanlage 2. Die Abgasnachbehandlungsanlage 2 umfasst einen Hauptkatalysator 3, einen dem Hauptkatalysator 3 nachgeordneten Ottomotorpartikelfilter 4 und einen dem Ottomotorpartikelfilter 4 nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator 10. 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.

Ferner umfasst die Ottomotoranordnung der Figuren 1a, 1b, 1c und 1d einen Turbolader 5 und eine Drosselklappe 6. Der Turbolader 5 umfasst einen Verdichter 7 und eine Turbine 8. Gemäß der Fig. 1b umfasst die Ottomotoranordnung gegenüber der Ottomotoranordnung der Fig. 1a zusätzlich eine Abgasrückführleitung 9, nämlich eine Hochdruck-AGR-Leitung eines Hochdruck-AGR-Systems.

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

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 insbesondere 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.

Gemäß dieser Ausführungsform ist das in der Normalbetriebsphase vom Ottomotor 1 ausgestoßen Abgas im Wesentlichen sauerstofffrei. Gemäß dieser Ausführungsform wird im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 der Ottomotor 1 im Wesentlichen gleich betrieben wie in der Normalbetriebsphase. Das heißt, dass auch im Speicherbetrieb das vom Ottomotor 1 ausgestoßene Abgas im Wesentlichen sauerstofffrei ist.

In allen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die im Speichbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 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 Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 gleich.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Sauerstoffgehalt des den Hauptkatalysator 3 durchströmenden Abgases oder des im Hauptkatalysator 3 befindlichen Abgases während des Speicherbetriebs des NO_x-Speicherkatalysators 10 unter 5 Volumenprozent Vol.-% oder im Wesentlichen null ist.

Dadurch ist es möglich, den zuvor genannten Zielkonflikt zu lösen und ein Verfahren und eine Ottomotoranordnung zu schaffen, welche einen geringen Treibstoffverbrauch und geringe Schadstoffemissionen ermöglicht.

Mit anderen Worten kann dadurch die bei herkömmlichen Verfahren erfolgende Einbringung von Luft in die Abgasnachbehandlungsanlage 2, welche im Speicherbetrieb einerseits zur Umsetzung von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid und andererseits zur Einspeicherung von Stickstoffdioxid in den NO_x-Speicherkatalysator 10 notwendig ist, vermieden und/oder verringert werden.

Es ist bevorzugt vorgesehen, dass im Speicherbetrieb nur der NO_x-Speicherkatalysator 10 und gegebenenfalls der mit der Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichtete Katalysator mit Sauerstoff, insbesondere mit Luft, durchströmt wird oder werden.

Damit verbleibt selbst im Speicherbetrieb 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 gegebenenfalls anschließend erforderliche Fehlbetrieb des Ottomotors 1 vermieden werden.

Im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 wird gemäß dieser Ausführungsform den gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator 17 und dem NO_x-Speicherkatalysator 10 durch eine Zuführungsleitung 14 Sauerstoff, insbesondere Luft, zugeführt.

Gemäß dieser Ausführungsform mündet die Zuführungsleitung 14 vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 und zweigt zwischen dem Verdichter 7 und dem Ladeluftkühler 13 des Turboladers 5 ab.

Das heißt, dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 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 Ottomotorpartikelfilter 4 und vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 aus der Zuführungsleitung 14 aus.

Gemäß dieser Ausführungsform ist in der Zuführungsleitung 14 eine die Lufteinbringung regelnde oder verhindernde Vorrichtung, nämlich ein Zuführventil 12, vorgesehen, mit welcher die Sauerstoffzuführung, insbesondere die Luftzufuhr, durch die Zuführungsleitung 14 gesteuert und/oder geregelt wird.

Der Ottomotor 1 erzeugt sowohl in der Normalbetriebsphase als auch im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 durch die Umsetzung von Treibstoff ein Abgas. Dieses Abgas durchströmt zuerst die Turbine 8 des Turboladers 5, dann den Hauptkatalysator 3, anschließend den Ottomotorpartikelfilter 4, gegebenenfalls den Oxidationskatalysator 17 und dann den NO_x-Speicherkatalysator 10, bevor es in die Umgebung austritt.

Im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 wird das im Abgas enthaltene Stickstoffmonoxid an oder in der Oxidationskatalysator-Beschichtung in Stickstoffdioxid umgesetzt und das erzeugte Stickstoffdioxid im NO_x-Speicherkatalysator 10 zumindest temporär gespeichert.

Gemäß der Fig. 1c ist im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators 10 zusätzlich ein Heizelement 11 vorgesehen.

Durch das Heizelement 11 ist es möglich, den NO_x-Speicherkatalysator 10, insbesondere bei einem Kaltstart der Ottomotoranordnung bzw. des Ottomotors 1, schnell auf seine Funktionstemperatur zu erwärmen. Dadurch kann der Ausstoß von NO_x-Emissionen verringert oder verhindert werden. Vorzugsweise werden die vom Ottomotor 1 emittierten Stickoxide bis zur Erreichung der Funktionstemperatur des als 3-Wege-Katalysators ausgebildeten Hauptkatalysators 3 vom NO_x-Speicherkatalysator 10 aufgenommen und/oder gespeichert.

Gemäß der Fig. 1d mündet die Zuführungsleitung 14 vor dem Ottomotorpartikelfilter 4, welcher den NO_x-Speicherkatalysator 10 umfasst, in die Abgasnachbehandlungsanlage 2. Gemäß dieser Figur ist der NO_x-Speicherkatalysator 10 im hinteren Bereich des Ottomotorpartikelfilters 4 angeordnet.

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d und 2e zeigen schematische 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, 2b, 2c, 2d und 2e können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 1c und 1d entsprechen.

Im Unterschied zu den Varianten der ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung wird der für den Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10 notwendige Sauerstoff, insbesondere die Luft, durch eine Venturi-Düse 15 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 eingebracht.

Gemäß dieser Ausführungsform mündet die Zuführungsleitung 14, insbesondere ein Ende der Zuführungsleitung 14, vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 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 in einem Bereich außerhalb der Ottomotoranordnung mündet.

In dieser Ausführungsform tritt der Sauerstoff bzw. die Luft im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators 10, insbesondere direkt, aus der Umgebung in die Zuführungsleitung 14 ein und nach dem Ottomotorpartikelfilter 4 vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 aus der Zuführungsleitung 14 aus.

Gemäß dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage 2 in dem Bereich, in welchen die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 mündet, als Venturi-Düse 15 ausgebildet ist.

Dadurch entsteht ein Unterdruck, wenn die Abgasnachbehandlungsanlage 2 mit Abgas durchströmt wird. Durch diesen Unterdruck wird selbsttätig Luft aus der Umgebung durch die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 gesaugt und vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 eingebracht.

Gemäß der Fig. 2d mündet die Zuführungsleitung 14 in einen Bereich vor dem Ottomotorpartikelfilter 4, welcher den NO_x-Speicherkatalysator 10 umfasst, in die Abgasnachbehandlungsanlage 2. Gemäß dieser Figur ist der NO_x-Speicherkatalysator 10 im hinteren Bereich des Ottomotorpartikelfilters 4 angeordnet.

Die Variante gemäß der Fig. 2e weist zusätzlich zu der Variante gemäß der Fig. 2a einen weiteren Hauptkatalysator 18 auf.

Fig. 3a und 3b zeigen schematische grafische 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 und 3b können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d und 2e entsprechen.

In dieser Ausführungsform ist ein Gehäuse 16, nämlich ein Stahlgehäuse, vorgesehen, in welchem der Ottomotorpartikelfilter 4, gegebenenfalls der Oxidationskatalysator 17 und der NO_x-Speicherkatalysator 10 angeordnet sind.

In dieser Ausführungsform mündet die Zuführungsleitung 14 vor dem Gehäuse 16.

Alternativ ist ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse 21 vorgesehen, welches die Fördermenge des Sauerstoffs, insbesondere die Fördermenge der Luft, welche durch die Zuführungsleitung 14 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2, insbesondere vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10, eingebracht wird, gesteuert und/oder geregelt werden kann.

Fig. 4 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ottomotoranordnung, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet und/oder eingerichtet ist. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß der Figur 4 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß den Figuren 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 3a und 3b entsprechen.

Gemäß dieser Ausführungsform umfasst die Abgasnachbehandlungsanlage 2 einen Hauptkatalysator 3, einen Oxidationskatalysator 17, einen Ottomotorpartikelfilter 4 und einen NO_x-Speicherkatalysator 10.

Über eine Zuführungsleitung 14 wird Umgebungsluft vor dem Oxidationskatalysator 17 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 eingebracht.

Im Oxidationskatalysator 17 kann NO mit O₂ zu NO₂ umgesetzt werden wodurch einerseits der Ottomotorpartikelfilter 4 mit NO₂ regeneriert werden kann und andererseits die Stickoxide in dem NO_x-Speicherkatalysator 10 eingespeichert werden können.

Fig. 5a, 5b und 5c zeigen schematische grafische Darstellungen von 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, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 3a, 3b und 4 entsprechen.

Gemäß der Figur 5a wird Umgebungsluft, welche über eine Filtervorrichtung 19 gefiltert wurde, vor dem gegebenenfalls vorgesehenen Oxidationskatalysator 17 und dem NO_x-Speicherkatalysator 10 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 eingebracht. An der Zuführungsleitung 14 sind ein Zuführventil 12 und eine Sicherungsvorrichtung 20 vorgesehen.

Gemäß der Figur 5b ist ein weiterer Hauptkatalysator 18 zwischen dem Hauptkatalysator 3 und dem Ottomotorpartikelfilter 4 angeordnet. Die von der Filtervorrichtung 19 gefilterte Umgebungsluft wird vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 mittels eines Gebläses 21, welches in dieser Ausführungsform als elektrischer Verdichter 7 ausgebildet ist, eingebracht.

Gemäß der Figur 5c wird die Luft vor dem Verdichter 7 des Turboladers 5 über ein Gebläse 21 in einem Druckspeicher 22 eingebracht. Über den Druckspeicher 22 kann die Luft anschließend vor dem NO_x-Speicherkatalysator 10 in die Abgasnachbehandlungsanlage 2 eingebracht werden.

Durch diese beispielhaften Konfigurationen können die erfindungsgemäßen Effekte erzielt werden.

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) einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst,
 - wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor (1) Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden,dadurch gekennzeichnet,
 - dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators (10) dem NO_x-Speicherkatalysator (10) über eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) Sauerstoff und insbesondere Luft, vorzugsweise gefilterte und/oder verdichtete Umgebungsluft, zugeführt wird,
 - dass gegebenenfalls ein Oxidationskatalysator (17) zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem NO_x-Speicherkatalysator (10) vorgesehen ist, und dass der Oxidationskatalysator (17) 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/oder 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.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass in der Normalbetriebsphase das Abgas des Ottomotors (1) dem Hauptkatalysator (3), gegebenenfalls dem Oxidationskatalysator (17) und dem NO_x-Speicherkatalysator (10) zugeführt wird,
 - dass der Hauptkatalysator (3) als 3-Wege-Katalysator ausgebildet ist oder wirkt,

- und dass der Ottomotor (1) in seiner Normalbetriebsphase vorzugsweise in einem Lambdafenster um $\lambda = 1$ betrieben oder geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
- dass im Speicherbetrieb vor oder in dem NOx-Speicherkatalysator (10), insbesondere an der Oxidationskatalysator-Beschichtung, NO mit dem durch die Zuführungsleitung (14) zugeführten Sauerstoff zu NO₂ umgesetzt wird,
 - und dass das gebildete NO₂ zumindest teilweise im NOx-Speicherkatalysator (10) zumindest temporär gespeichert wird.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Zuführungsleitung (14) dem NOx-Speicherkatalysator (10) zugeführte, insbesondere unidirektional zugeführte, Sauerstoffvolumenstrom oder Luftvolumenstrom, insbesondere über ein Zuführventil (12), gesteuert oder geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) den/die Hauptkatalysator/en (3, 18) und den NOx-Speicherkatalysator (10) und gegebenenfalls einen oder mehrere Vorkatalysator/en und/oder einen oder mehrere Nebenkatalysator/en, insbesondere einen oder mehrere Oxidationskatalysator/en (17), 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 NOx-Speicherkatalysator/en (10) und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine NOx-Speicherkatalysator-Beschichtung umfassen, und/oder ein oder mehrere SCR-System/e und/oder eine oder mehrere Abgasnachbehandlungskomponente/n, welche eine SCR-Beschichtung umfassen/t, und/oder eine Sekundärlufteindüsung umfasst,
 - oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) aus dem/den Hauptkatalysator/en (3, 18) und dem NOx-Speicherkatalysator (10) und

gegebenenfalls einem oder mehreren Vorkatalysator/en und/oder einem oder mehreren Nebenkatalysator/en, insbesondere einem oder mehreren Oxidationskatalysator/en (17), welche/r eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst/en, und/oder einem oder mehreren Heizkatalysator/en und/oder einem, insbesondere einem oder mehreren gasförmig abgasnachbehandlungswirksam beschichteten, Ottomotorpartikelfilter/n (4) und/oder einem oder mehreren NO_x-Speicherkatalysator/en (10) 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.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Speicherbetrieb des NO_x-Speicherkatalysators (10) der Sauerstoffgehalt des im Hauptkatalysator (3) befindlichen Abgases kleiner als 5 Vol.-% oder im Wesentlichen null ist.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in seinem Speicherbetrieb über die nach dem Hauptkatalysator (3), insbesondere nach einem 3-Wege-Katalysator, und vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) zugeführt wird,
 - und/oder dass der Sauerstoff und insbesondere die Luft dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in seinem Speicherbetrieb über die nach einem Ottomotorpartikelfilter (4) und vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass dem NO_x-Speicherkatalysator (10) im Speicherbetrieb 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) oder nach dem Ottomotorpartikelfilter (4) und vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass dem NO_x-Speicherkatalysator (10) im Speicherbetrieb, vorzugsweise gefilterte oder verdichtete, Umgebungsluft zugeführt wird,
 - dass die Umgebungsluft aus der Umgebung in die Zuführungsleitung (14), insbesondere unidirektional, eintritt,
 - und dass die Umgebungsluft nach dem Hauptkatalysator (3) und vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage (2) vorliegende Abgasströmung, insbesondere unidirektional, angesaugt wird,
 - und insbesondere, dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse (15) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) eingebracht wird.
11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass dem NO_x-Speicherkatalysator (10) im Speicherbetrieb Luft, insbesondere durch einen Turbolader (5) des Ottomotors (1) verdichtete Luft, zugeführt wird,
 - wobei die Luft zwischen einem Ladeluftkühler (13) des Turboladers (5) und dem Ottomotor (1) in die Zuführungsleitung (14) eintritt,

- oder wobei 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 NO_x-Speicherkatalysator (10) aus der Zuführungsleitung (14) austritt.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass nach dem Ottomotor (1) und vor dem Hauptkatalysator (3), insbesondere im vorderen Bereich des Hauptkatalysators (3), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (11) zur Beheizung des Hauptkatalysators (3) vorgesehen ist,
- und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Hauptkatalysator (3), und vor dem Oxidationskatalysator (17), insbesondere im vorderen Bereich des Oxidationskatalysators (17), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (11) zur Beheizung des Oxidationskatalysators (17) vorgesehen ist,
- und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Oxidationskatalysator (17), und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4), insbesondere im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters (4), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes Heizelement (11), zur Beheizung des Ottomotorpartikelfilters (4) vorgesehen ist,
- und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Ottomotorpartikelfilter (4), und dem NO_x-Speicherkatalysator (10), insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators (10), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (11) zur Beheizung des NO_x-Speicherkatalysators (10) vorgesehen ist.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass der NO_x-Speicherkatalysator (10) ein Teil eines Ottomotorpartikelfilters (4) ist,
- und/oder dass der NO_x-Speicherkatalysator (10) im hinteren Bereich eines Ottomotorpartikelfilters (4) angeordnet ist,

- und/oder dass im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters (4) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung, wie insbesondere eine Platinmetallbeschichtung, eine Platinbeschichtung, eine Rhodiumbeschichtung und/oder eine Palladiumbeschichtung vorgesehen ist.
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 (9) zugeführt wird, das vor oder bei dem Übergang von der Normalbetriebsphase in die unbefeuerte Schubbetriebsphase im Ottomotor (1) erzeugt wurde,
 - oder wobei dem Ottomotor (1) in der unbefeuerten Schubbetriebsphase jenes Abgas über eine Abgasrückführleitung (9) zugeführt wird, das vor oder bei dem Übergang von einer befeuerten Schubbetriebsphase 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) zumindest einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten, unter Verwendung von Sauerstoff und/oder von Stickstoffdioxid regenerierbaren Ottomotorpartikelfilter (4) umfasst,
 - dass in einem Regenerationsbetrieb über eine oder die in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende Zuführungsleitung (14) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) 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.
17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) einen dem Hauptkatalysator (3), dem Oxidationskatalysator (17) und/oder dem Ottomotorpartikelfilter (4) nachgeordneten SCR-Katalysator umfasst,
 - dass der SCR-Katalysator vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) angeordnet ist,
 - 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/oder 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 (17), in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) 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 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) einen Hauptkatalysator (3) und einen dem Hauptkatalysator (3) nachgeordneten NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst,
 - wobei gegebenenfalls ein Oxidationskatalysator (17) zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem NO_x-Speicherkatalysator (10) vorgesehen ist, wobei der Oxidationskatalysator (17) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst,

- wobei in einer Normalbetriebsphase im Ottomotor (1) Treibstoff und Luft zu einem Abgas umgesetzt werden,
 - wobei die Ottomotoranordnung eine in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündende, insbesondere unidirektional durchströmte, Zuführungsleitung (14) umfasst,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass die Ottomotoranordnung zur Ausführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18 eingerichtet ist.
20. Ottomotoranordnung nach Anspruch 19, 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 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Zuführungsleitung (14) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet,
 - wobei die Zuführungsleitung (14) zwischen einem Verdichter (7) und einem Ladeluftkühler (13) eines Turboladers (5) des Ottomotors (1) abzweigt,
 - oder wobei die Zuführungsleitung (14) zwischen einem Ladeluftkühler (13) eines Turboladers (5) des Ottomotors (1) und dem Ottomotor (1) abzweigt,
 - oder wobei die Zuführungsleitung (14) zwischen dem Luftfilter und einem Verdichter (7) eines Turboladers (5) des Ottomotors (1) abzweigt.
22. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Zuführungsleitung (14) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet,
 - wobei die Zuführungsleitung (14) ein Gebläse (21) umfasst, welches aus Ansaugtrakt und/oder Umgebungsluft gespeist ist,
 - und/oder wobei die Zuführungsleitung (14) einen Druckspeicher (22), insbesondere einen Druckluftspeicher, umfasst.

23. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Zuführungsleitung (14) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet,
 - und/oder dass die Zuführungsleitung (14) zur Einbringung von Luft aus der Umgebung außerhalb der Ottomotoranordnung zur Umgebungsluft, insbesondere unidirektional, in Richtung der Abgasnachbehandlungsanlage (2) geöffnet ist,
 - und/oder dass die Umgebungsluft selbsttätig durch die in der Abgasnachbehandlungsanlage (2) vorliegende Abgasströmung in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) angesaugt wird,
 - und/oder dass die Umgebungsluft über eine Venturi-Düse (15) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) eingebracht wird.
24. Ottomotoranordnung nach Anspruch 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) einen als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder als 3-Wege-Katalysator wirkenden Hauptkatalysator (3), gegebenenfalls einen Vor-, Heiz- oder Nebenkatalysator, gegebenenfalls den Oxidationskatalysator (17), einen Ottomotorpartikelfilter (4) und/oder den NO_x-Speicherkatalysator (10) umfasst, wobei gegebenenfalls der Vorkatalysator oder Heizkatalysator vor dem Hauptkatalysator (3), der Hauptkatalysator (3) vor dem Oxidationskatalysator (17), der Oxidationskatalysator (17) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) und der Ottomotorpartikelfilter (4) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) angeordnet ist,
 - oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage (2) aus einem als 3-Wege-Katalysator ausgebildeten und/oder als 3-Wege-Katalysator wirkenden Hauptkatalysator (3), gegebenenfalls einem Vor-, Heiz-, oder Nebenkatalysator, gegebenenfalls dem Oxidationskatalysator (17), einem Ottomotorpartikelfilter (4) und/oder dem NO_x-Speicherkatalysator (10) gebildet ist, wobei gegebenenfalls der Vorkatalysator oder Heizkatalysator vor dem Hauptkatalysator (3), der Hauptkatalysator (3) vor dem Oxidationskatalysator (17), der Oxidationskatalysator (17) vor dem Ottomotorpartikelfilter (4) und der

Ottomotorpartikelfilter (4) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) angeordnet ist.

25. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet,
- dass zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem NO_x-Speicherkatalysator (10), insbesondere zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem Ottomotorpartikelfilter (4), ein oder der mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichtete/r Oxidationskatalysator (17) vorgesehen ist,
 - und/oder dass ein oder der Oxidationskatalysator (17) ein zumindest in seinem vorderen Bereich mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung versehener Ottomotorpartikelfilter (4) ist, und/oder dass der Ottomotorpartikelfilter (4) eine Oxidationskatalysator-Beschichtung umfasst,
 - wobei die Oxidationskatalysator-Beschichtung vorzugsweise in Flussrichtung des Abgases von der Vorderseite des Ottomotorpartikelfilters (4) aufgebracht wird,
 - und dass die Oxidationskatalysator-Beschichtung ein Platinmetall, wie insbesondere Platin, Rhodium und/oder Palladium, umfasst.
26. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, 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) keinen Katalysator oder einen 2-Wege-Katalysator oder einen 3-Wege-Katalysator oder einen 4-Wege-Katalysator umfasst.
27. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet,
- dass eine Venturi-Düse (15) zur Einbringung der Umgebungsluft in der Zuführungsleitung (14) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) vorgesehen ist,

- und dass die Venturi-Düse (15) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) in die Abgasnachbehandlungsanlage (2) mündet.
28. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 27 dadurch gekennzeichnet,
- dass ein steuerbares und/oder regelbares Gebläse (21) 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 der dem NO_x-Speicherkatalysator (10) zugeführten Sauerstoffmenge und insbesondere der Luft eingerichtet ist,
 - und/oder dass die Zuführungsleitung (14) eine Sicherheitsvorrichtung (20), wie insbesondere ein Rückschlagventil oder ein schaltbares Ventil, welches insbesondere stromlos geschlossen ist, umfasst.
29. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet,
- dass zwischen dem Hauptkatalysator (3) und dem Ottomotorpartikelfilter (4) ein mit einer Oxidationskatalysator-Beschichtung beschichteter Oxidationskatalysator (17) 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.
30. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 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 (11) zur Beheizung des Hauptkatalysators (3) vorgesehen ist,

- und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Hauptkatalysator (3), und vor dem Oxidationskatalysator (17), insbesondere im vorderen Bereich des Oxidationskatalysators (17), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (11) zur Beheizung des Oxidationskatalysators (17) vorgesehen ist,
 - und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Oxidationskatalysator (17), und vor dem Ottomotorpartikelfilter (4), insbesondere im vorderen Bereich des Ottomotorpartikelfilters (4), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes Heizelement (11), zur Beheizung des Ottomotorpartikelfilters (4) vorgesehen ist,
 - und/oder dass nach dem Ottomotor (1), insbesondere nach dem Ottomotorpartikelfilter (4), und vor einem NO_x-Speicherkatalysator (10), insbesondere im vorderen Bereich des NO_x-Speicherkatalysators (10), ein, insbesondere katalytisch beschichtetes, Heizelement (11) zur Beheizung des NO_x-Speicherkatalysators (10) vorgesehen ist.
31. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 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-Speicherkatalysator (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 (17) vor dem NO_x-Speicherkatalysator (10) angeordnet ist.

32. Ottomotoranordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der NO_x-Speicherkatalysator (10) in Strömungsrichtung des Abgases der letzte Katalysator der Abgasnachbehandlungsanlage (2) ist.

1/5

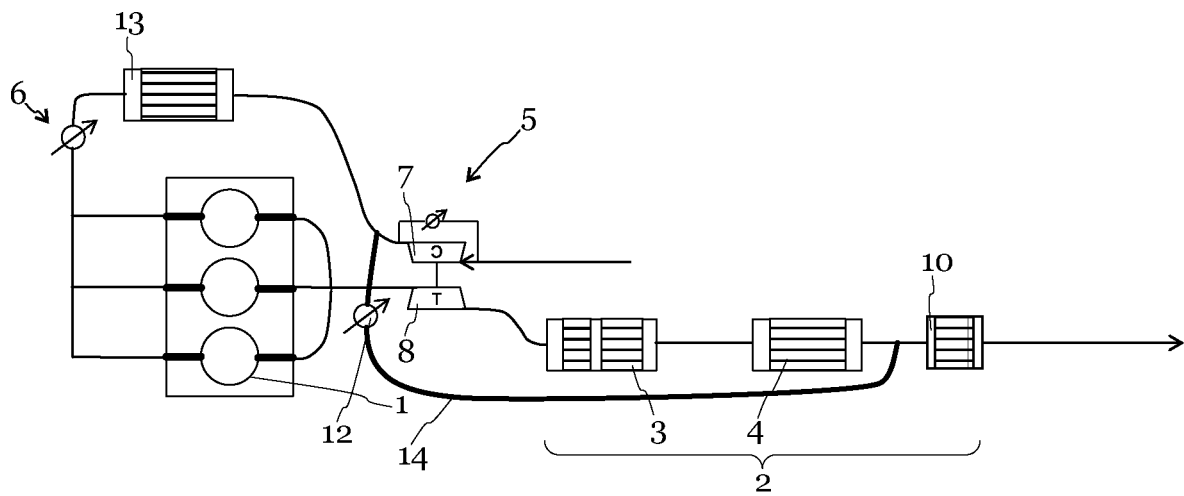


Fig.1a

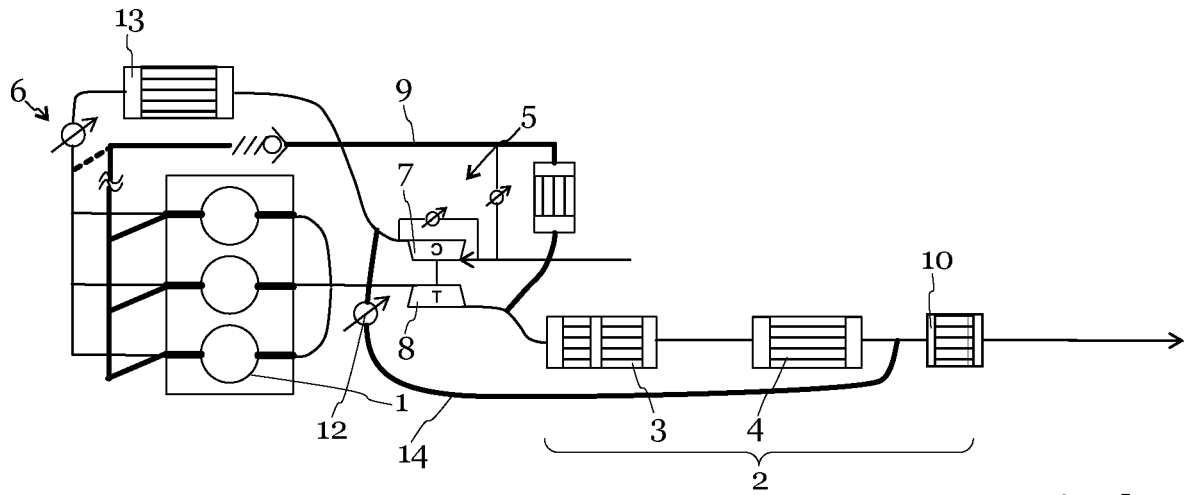


Fig.1b

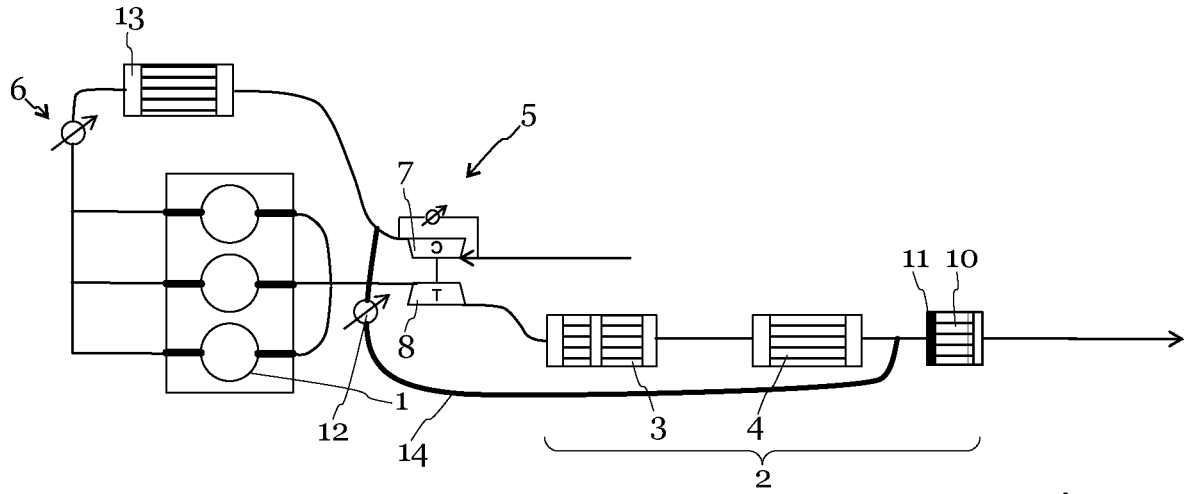


Fig.1c

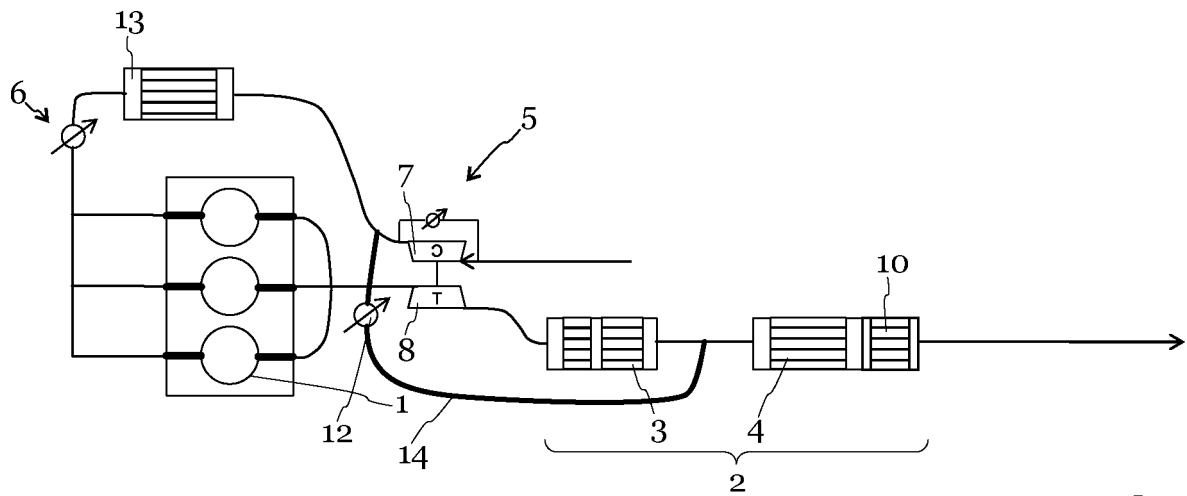


Fig.1d

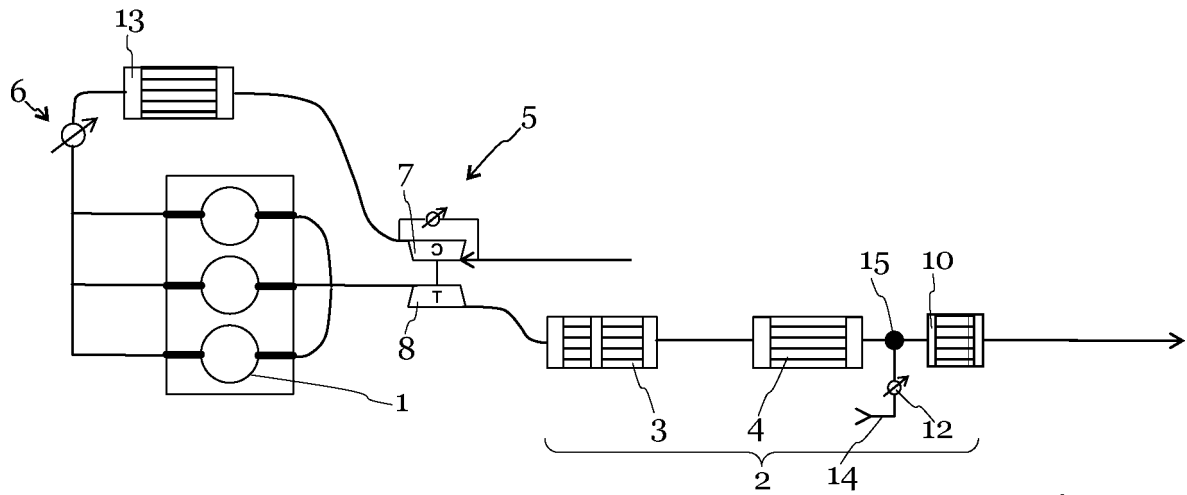


Fig.2a

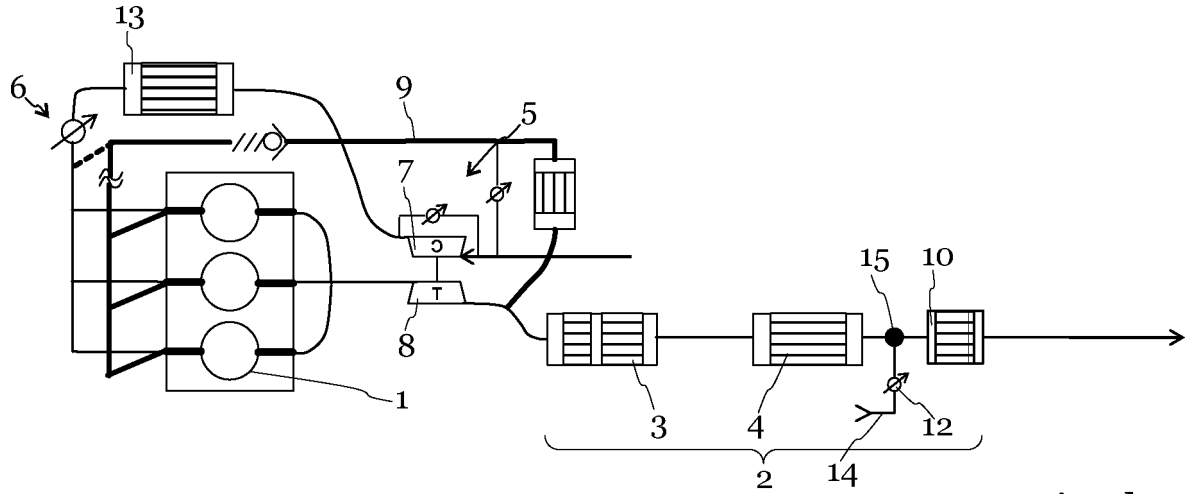


Fig.2b

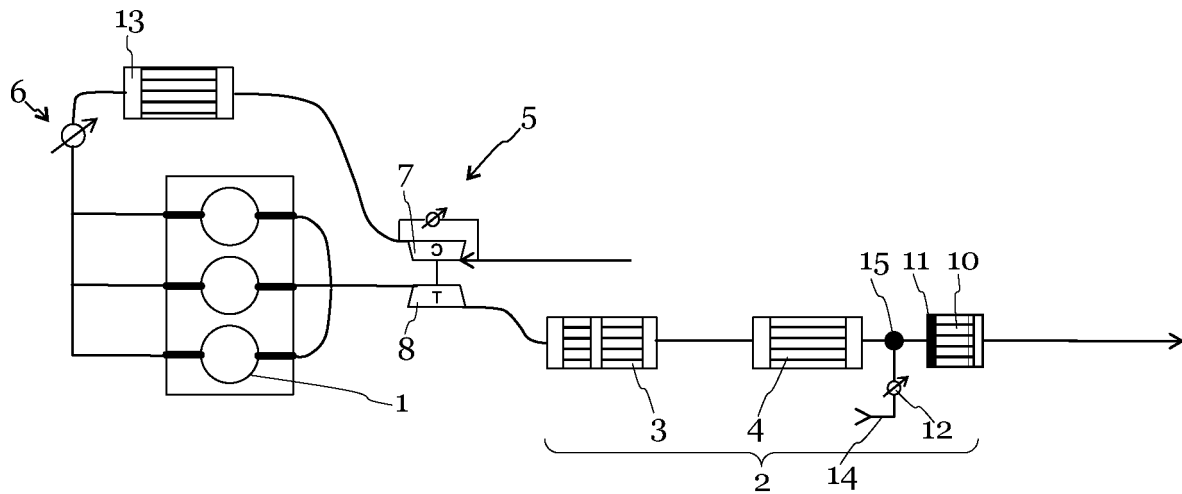


Fig.2c

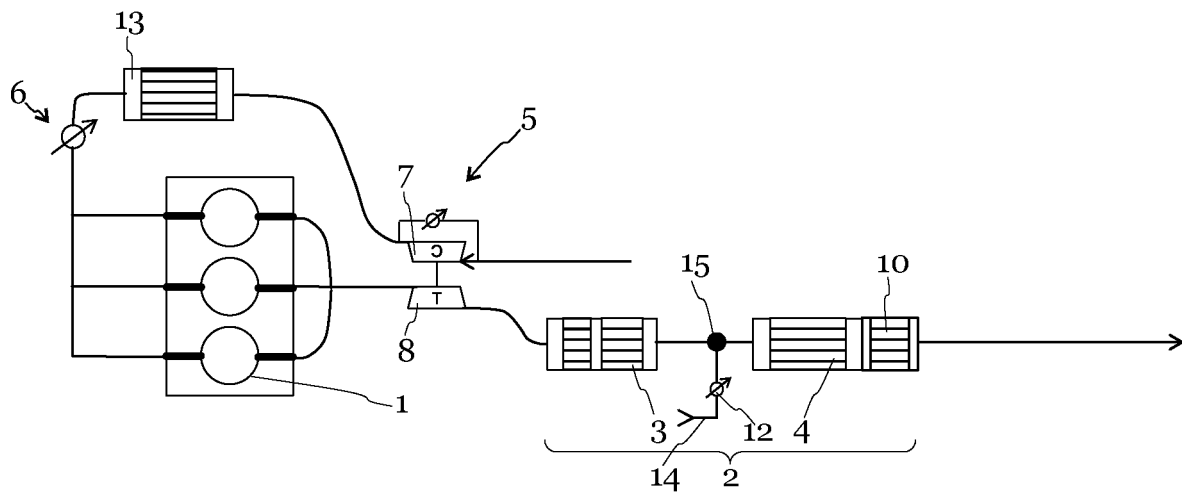


Fig.2d

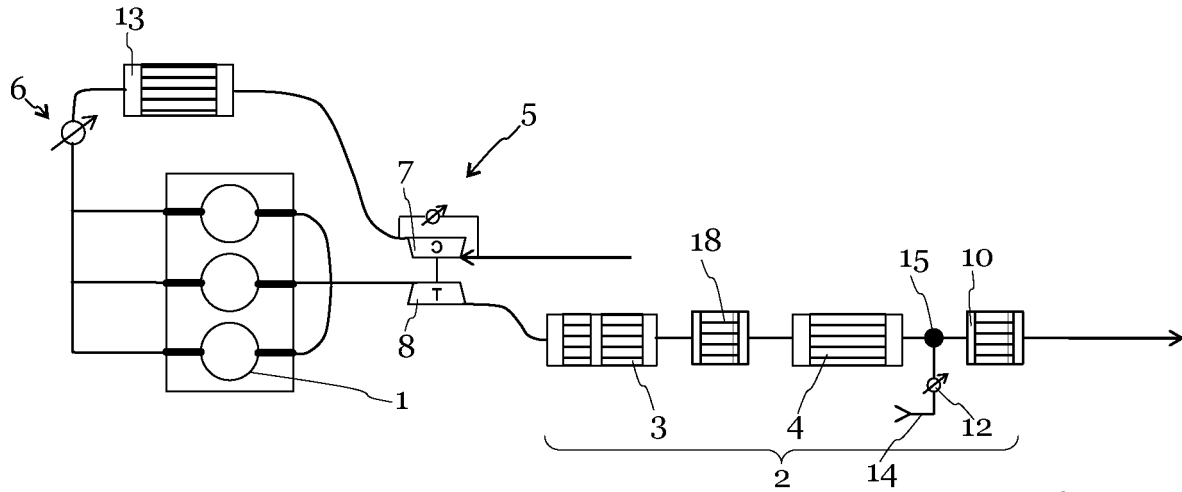


Fig.2e

[illegible][illegible]

Fig.4

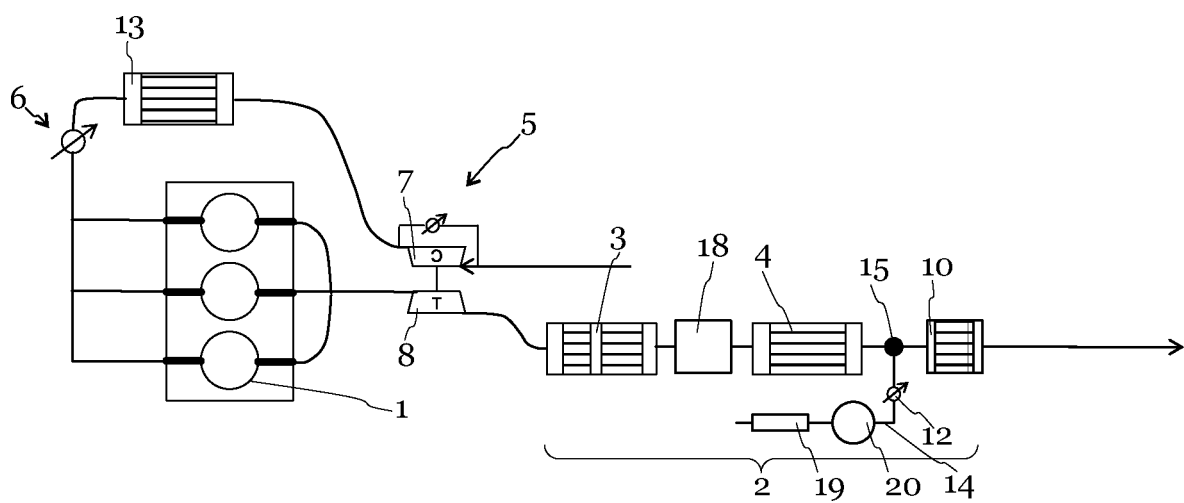


Fig.5a

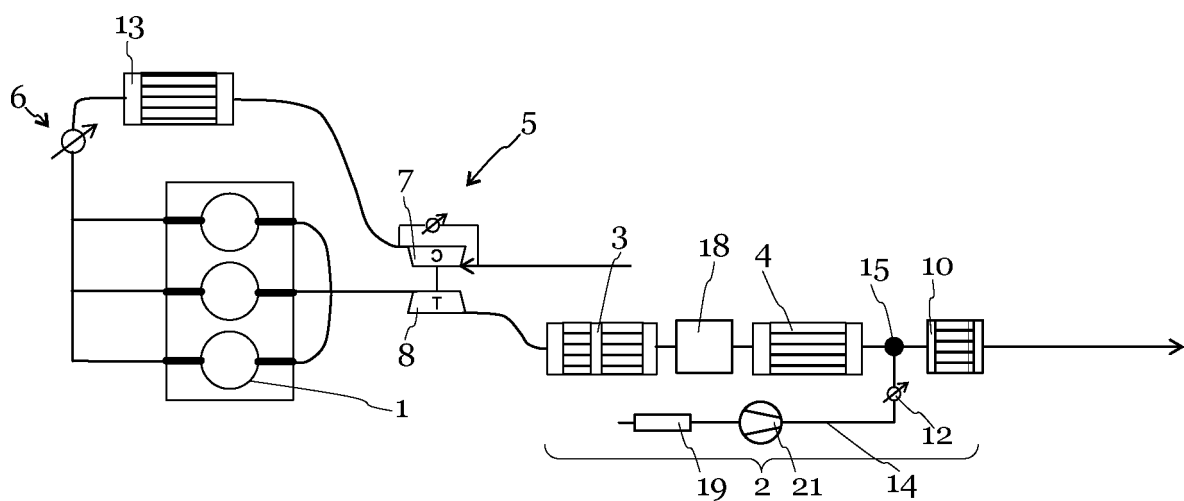


Fig.5b

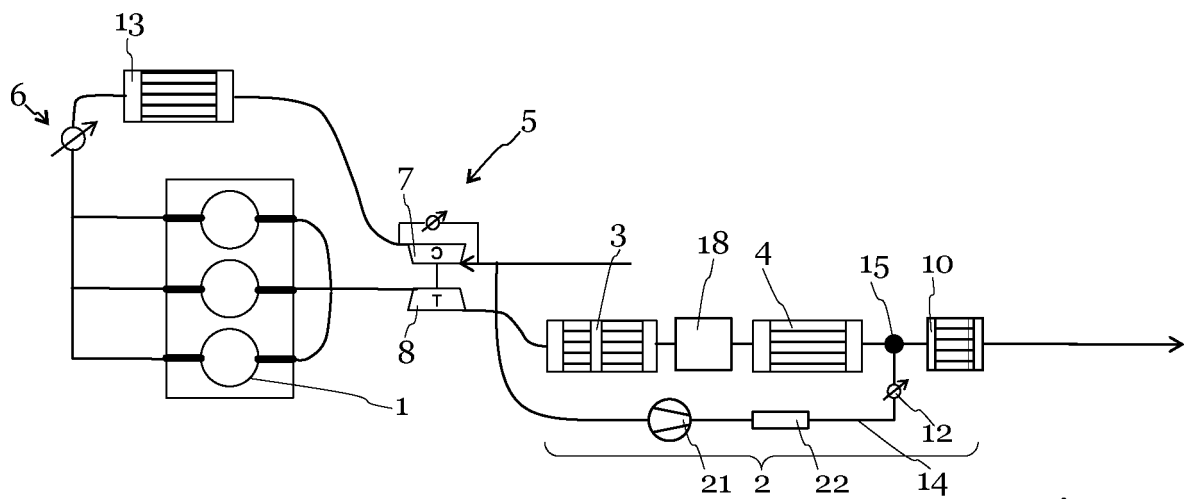


Fig.5c

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F01N 3/22 (2006.01); **F01N 3/20** (2006.01); **F01N 3/08** (2006.01); **F01N 9/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F01N 3/22 (2017.02); **F01N 3/20** (2017.02); **F01N 3/0814** (2013.01); **F01N 3/0821** (2013.01); **F01N 9/002** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F01N

Konsultierte Online-Datenbank:

EPDOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.10.2018 eingereichten Ansprüchen 1-32 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	EP 0629771 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 21. Dezember 1994 (21.12.1994) gesamtes Dokument	1-7, 19, 20, 23, 24-26, 29- 31
Y	EP 3115566 A1 (VOLKSWAGEN AG) 11. Januar 2017 (11.01.2017) gesamtes Dokument	1-7, 19, 20, 23
Y	US 2009193796 A1 (WEI ET AL.) 06. August 2009 (06.08.2009) gesamtes Dokument	24-26, 29- 31

Datum der Beendigung der Recherche:
09.09.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

RODLAUER Gerhard

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.