



(10) **DE 10 2020 005 902 A1** 2022.05.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 005 902.3**

(22) Anmeldetag: **28.09.2020**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2022**

(51) Int Cl.: **F02D 9/04 (2006.01)**

F02D 41/02 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/36 (2006.01)

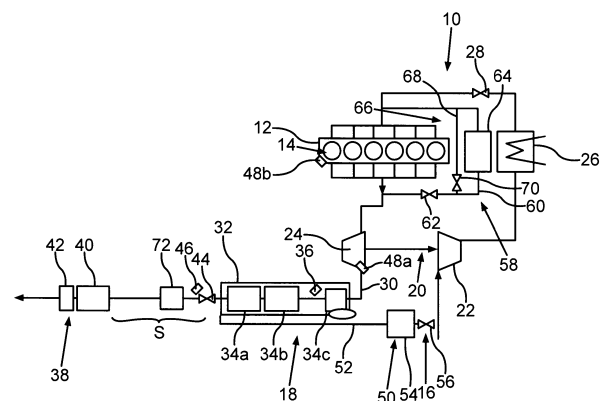
(71) Anmelder:
Daimler AG, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Stiller, Michael, 71686 Remseck, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer von Abgas der Verbrennungskraftmaschine (10) durchströmbar-
en Abgasanlage (18), welche eine Abgasleitung (30) und
wenigstens eine motornah in der Abgasleitung (30) ange-
ordnete, katalytisch wirksame Abgasnachbehandlungsein-
richtung (32) aufweist, wobei die Abgasanlage (18) eine
stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung (32) in der
Abgasleitung (30) angeordnete Abgasklappe (44) aufweist,
welche dazu ausgebildet ist, einen von dem Abgas durch-
strömbar-
en Strömungsquerschnitt der Abgasleitung (30)
dicht zu verschließen und dadurch in einem Leerlauf ohne
Abgasrückführung der Verbrennungskraftmaschine (10)
einen Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar ohne Abgas-
rückführung, insbesondere von mindestens 1,0 bar, in der
Abgasleitung (30) zu erzeugen. Mit einem zusätzlichen
SCR-System (38) übernimmt die Abgasklappe (44) die
Durchmischung einer Harnstofflösung.



Beschreibung

[0001] Eine solche Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, ist beispielsweise bereits der DE 10 2011 001 596 A1 als bekannt zu entnehmen. Die Verbrennungskraftmaschine weist eine von Abgas der Verbrennungskraftmaschine durchströmbare Abgasanlage auf, welche eine Abgasleitung und wenigstens eine motornah in der Abgasleitung angeordnete, katalytisch wirksame Abgasnachbehandlungseinrichtung zur Nachbehandlung des Abgases aufweist.

[0002] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbrennungskraftmaschine und ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders emissionsarmer Betrieb realisiert werden kann.

[0003] Diese Aufgabe wird durch eine Verbrennungskraftmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

[0004] Um eine Verbrennungskraftmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders emissionsarmer Betrieb realisiert werden kann, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Abgasanlage vorzugsweise eine Abgasnachbehandlung mit einem oxidierenden Katalysator, eine Kohlenwasserstoffquelle und eine motorische Heizmaßnahme aufweist, mittels welcher es möglich ist, im gesamten Kennfeld den auch als Oxidationskatalysator bezeichneten, oxidierenden Katalysator über seine auch als Anspringtemperatur bezeichnete Light-Off Temperatur zu bringen und dadurch einen kennfeldweiten katalytischen Brenner zu haben beziehungsweise zu schaffen.

[0005] Es ist vorgesehen, dass die Abgasanlage eine stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung in der auch als Abgasrohr bezeichneten Abgasleitung angeordnete Abgasklappe aufweist, welche dazu ausgebildet ist, die Abgasleitung beziehungsweise einen von dem Abgas durchströmbaren Strömungsquerschnitt der Abgasleitung dicht zu verschließen und dadurch in einem auch als Leerlaufbetrieb bezeichneten Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine einen Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar, insbesondere ohne Abgasrückführung, insbesondere von mindestens in etwa 1,0 bar, in der Abgasleitung insbesondere stromauf der Abgasklappe zu erzeugen. Mit anderen Worten ist die Abgasklappe als eine dicht schließende Abgasklappe ausgebildet, wobei im Rahmen der vorliegen-

den Offenbarung unter einer beziehungsweise unter der dicht schließenden Abgasklappe eine Abgasklappe verstanden wird, welche in der Abgasleitung insbesondere stromauf der Abgasklappe einen Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar, insbesondere von mindestens in etwa 1,0 bar, in dem Leerlaufbetrieb der Verbrennungskraftmaschine und insbesondere dann erzeugen kann beziehungsweise erzeugt, wenn sich die Abgasklappe in ihrer Schließstellung befindet. Die Werte gelten als Auslegungskriterium ohne Abgasrückführung. Wieder mit anderen Worten ausgedrückt ist die Abgasklappe beispielsweise in ihrer Schließstellung derart dicht schließend ausgebildet, das heißt derart gegen die Abgasleitung, insbesondere gegen eine innenumfangsseitige Mantelfläche der Abgasleitung, abgedichtet, dass die Abgasklappe in ihrer Schließstellung einen Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar, insbesondere vorzugsweise von mindestens 1,0 bar, in dem Leerlauf erzeugt. Die zuvor genannte, innenumfangsseitige Mantelfläche der Abgasleitung begrenzt beispielsweise den Strömungsquerschnitt beziehungsweise eine den Strömungsquerschnitt aufweisenden und von dem Abgas durchströmbaren Abgaskanal, in welchem die Abgasklappe angeordnet ist.

[0006] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abgasklappe bearbeitete Dichtflächen aufweist. Insbesondere in der Schließstellung, welche auch als geschlossener Zustand der Abgasklappe bezeichnet wird, ist die Abgasklappe beispielsweise über ihre Dichtflächen gegen die innenumfangsseitige Mantelfläche beziehungsweise gegen die Abgasleitung abgedichtet, um dadurch den Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar zu erzeugen. Beispielsweise sind Dichtflächen mechanisch, insbesondere spanend, bearbeitet. Insbesondere ist es denkbar, dass in der Schließstellung die Dichtflächen derart mit der innenumfangsseitigen Mantelfläche zusammenwirken, dass die Dichtflächen, insbesondere direkt, an der innenumfangsseitigen Mantelfläche anliegen.

[0007] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abgasklappe in ihrem geschlossenen Zustand eine schräge Position in der Abgasleitung, welche auch als Abgasrohr bezeichnet wird, einnimmt. Dadurch kann die Abgasklappe in einem Heißgasbereich bei Wärmeausdehnung nicht klemmen. Unter der schrägen Position ist insbesondere zu verstehen, dass sich die beispielsweise als Schmetterlingsklappe ausgebildete Abgasklappe in der Schließstellung in einer Ebene erstreckt, welche schräg zur Längserstreckungsrichtung der Abgasleitung verläuft. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass in der Abgasleitung halbkreisförmige Kanten beziehungsweise Anschläge mit dichtenden Anschlagflächen für die Abgasklappe angeordnet sind. Beispielsweise

in der Schließstellung kann die Abgasklappe, insbesondere ihre Dichtflächen, insbesondere direkt, an den Anschlagflächen der halbkreisförmigen Kanten anliegen, beziehungsweise mit den Anschlagflächen zusammenwirken, wodurch die Abgasklappe in ihrer Schließstellung vorteilhaft gegen die Abgasleitung abgedichtet beziehungsweise wodurch in der Schließstellung der Abgasklappe der Strömungsquerschnitt besonders vorteilhaft und zumindest nahezu dicht verschlossen ist.

[0008] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abgasanlage eine getaktet betreibbare Dosiereinrichtung aufweist, mittels welcher unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC) in das Abgas einbringbar sind. die Dosiereinrichtung wird auch als HC-Doser bezeichnet und ist beispielsweise stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet. Insbesondere durch getaktetes Betreiben des HC-Dosers kann beispielsweise unverbrannter und beispielsweise flüssiger Kraftstoff in das Abgas eingebracht, insbesondere eingespritzt, werden, wodurch unverbrannte Kohlenwasserstoffe, welche Bestandteil des Kraftstoffs sein können, in das Abgas eingebracht werden können. Beispielsweise ist die Dosiereinrichtung stromauf einer Turbine der Abgasanlage angeordnete, wobei die Turbine beispielsweise Bestandteil eines Abgasturboladers der Verbrennungskraftmaschine ist. Ferner ist es denkbar, dass der HC-Doser in einem Turbinenaustritt der Turbine und somit beispielsweise stromab eines Turbinenrads der Turbine angeordnet ist.

[0009] Die Verbrennungskraftmaschine weist wenigstens einen Brennraum oder mehrere Brennräume auf, wobei in dem jeweiligen Brennraum während eines befeuerten Betriebs der Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen. Vorzugsweise ist der HC-Doser stromab des Brennraums beziehungsweise der Brennräume oder aller Brennräume der Verbrennungskraftmaschine angeordnet, sodass mittels des HC-Dosers die unverbrannten Kohlenwasserstoffe nicht in den jeweiligen Brennraum, sondern stromab des Brennraums beziehungsweise der Brennräume in das Abgas, insbesondere direkt, eingebracht werden können. Im Vergleich zu einem innermotorischen Einbringen von unverbrannten Kohlenwasserstoffen in das Abgas über nicht verbrennende Nacheinspritzungen hat das Einbringen von unverbrannten Kohlenwasserstoffen mittels des HC-Dosers in das Abgas stromab der Brennräume nicht den Nachteil einer erhöhten Ölverdünnung, wobei die Verwendung eines HC-Dosers vor allem bei häufigem Betrieb, insbesondere für Nutzfahrzeuge oder PKW-Anwendungen mit geringen Fahrleistungen vorteilhaft sein kann.

[0010] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abgasanlage einen zweiten zusätzlichen Oxidationskatalysator aufweist oder als ein solcher Oxidationskatalysator ausgebildet ist. Der speziell ausgelegte Oxidationskatalysator mit niedriger Light-Off Temperatur kann insbesondere als Dieseloxydationskatalysator (DOC) ausgebildet sein, insbesondere dann, wenn die Verbrennungskraftmaschine als ein Dieselmotor ausgebildet ist. Der DOC ist mit einer Zellenzahl von mindestens in etwa 600 cpsi ausgebildet. Mit anderen Worten weist der genannte Oxidationskatalysator vorzugsweise eine Zellenzahl von mindestens in etwa 600 cpsi auf. Hierdurch kann eine besonders geringe, auch als light-off-Temperatur bezeichnete Anspringtemperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung, insbesondere des Oxidationskatalysators, geschaffen werden. Des Weiteren ergibt sich eine kompakte Baugröße und eine reduzierte Edelmetallbeschichtung. Zur Reduzierung des Abgasgedrucks bei höheren Lasten und Strömungsgeschwindigkeiten, weist die Abgasanlage eine Umgehungsleitung auf, über welche der Oxidationskatalysator von zumindest einem Teil des die Abgasanlage durchströmenden Abgases umgehbar ist. Dies bedeutet, dass das die Umgehungsleitung durchströmende Abgas nicht durch den Oxidationskatalysator hindurchströmt. Insbesondere kann das komplette Abgas der Verbrennungskraftmaschine die Umgehungsleitung durchströmen und somit den Oxidationskatalysator umgehen. Außerdem umfasst die Abgasanlage eine in der Umgehungsleitung angeordnete Umgehungsclappe, mittels welcher eine Menge des die Umgehungsleitung durchströmenden Abgases einstellbar ist. Die Umgehungsleitung und die Umgehungsclappe ermöglichen insbesondere in einem warmen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine eine auch als Bypassierung bezeichnete Umgehung des Oxidationskatalysators, insbesondere nach Beendigung einer Kaltstartphase. Hierdurch können Druckverluste besonders gering gehalten werden.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die dicht schließende Abgasklappe in einem Dosierbereich einer Reduktionsmittel-Dosierstelle angeordnet ist. an der Reduktionsmittel-Dosierstelle ist beispielsweise mittels eines Dosierelements ein, insbesondere flüssiges, Reduktionsmittel in das Abgas einbringbar. Bei dem flüssigen Reduktionsmittel kann es sich um eine wässrige Harnstofflösung handeln. Beispielsweise in einem SCR-Katalysator (SCR - selektive katalytische Reduktion) wird im Rahmen einer selektiven katalytischen Reduktion (SCR) das Reduktionsmittel genutzt, um mit Hilfe von von dem Reduktionsmittel bereitgestellten Ammoniak im Abgas etwaig enthaltene Stickoxide in Wasser und Stickstoff umzuwandeln und somit zumindest teilweise aus dem Abgas zu entfernen beziehungsweise zu reduzieren. Durch die Anordnung der Abgasklappe an der Reduktions-

mittel-Dosierstelle kann die Abgasklappe als insbesondere relativ zu der Abgasleitung bewegbare und somit variable Mischeinrichtung genutzt werden, um das Reduktionsmittel besonders vorteilhaft mit dem Abgas zu vermischen. Dadurch kann das Reduktionsmittel besonders vorteilhaft aufbereitet werden und somit besonders vorteilhaft Ammoniak zur Reduktion der Stickoxide bereitstellen.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Reduktionsmittel-Dosierstelle stromauf einer Unterboden-SCR-Einrichtung der Abgasanlage angeordnet ist.

[0013] Zur Erfindung gehört auch ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine, wobei für Abgastemperaturen, die geringer als die Anspringtemperatur des Oxidationskatalysators, insbesondere für Kaltstartphasen aber auch in einem Schubbetrieb, sind, bei einem auch mit a) bezeichneten ersten Schritt ein Ladungswechselbetrieb der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird, wobei in dem Ladungswechselbetrieb die Abgasklappe wechselweise während der Ladungswechselvorgänge geschlossen und geöffnet wird. Bei einem auch mit b) bezeichneten zweiten Schritt des Verfahrens erfolgt eine Zugabe von Kraftstoff beziehungsweise von unverbranntem Kohlenwasserstoff in einer Nacheinspritzung oder über die Dosiereinrichtung.

[0014] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass für SCR-Temperaturen, die geringer als die Anspringtemperatur sind, sowie der DOC über der Light-Off Temperatur liegt, Kraftstoff und dadurch unverbrannte Kohlenwasserstoffe mittels der Dosiereinrichtung oder mittels innermotorischer Einspritzung in das Abgas eingebracht werden. Mit Dosierung im Krümmer erfolgt eine Taktung der Dosierung synchron zum Takt der Auslassventile, wodurch eine gute Verdampfung der Kohlenwasserstoffe vor Turbine begünstigt wird.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass für Abgastemperaturen, die größer als die Anspringtemperatur sind, die Abgasklappe geöffnet ist, und die Umgehungs- und Abgasklappe so angesteuert wird, dass der Oxidationskatalysator über die Umgehungsleitung von, insbesondere dem gesamten, Abgas umgangen wird.

[0016] Die Erfindung basiert insbesondere auf folgenden Erkenntnissen und Überlegungen: Aktuell kann in unteren Kennfeldbereichen von Verbrennungskraftmaschinen keine hinreichende auch als Abgastemperatur bezeichnete Temperatur des Abgases realisiert werden. Die Erfindung ermöglicht nun die Realisierung eines kennfeldweiten katalytischen Brenners, wodurch eine besonders vorteilhafte Anhebung der Abgastemperatur insbesondere

in zumindest nahezu beliebigen Zyklen darstellbar ist. Unter dem katalytischen Brenner ist insbesondere zu verstehen, dass mittels der Abgasnachbehandlungseinrichtung, insbesondere mittels des Oxidationskatalysators, eine Verbrennung der in das Abgas eingebrachten, unverbrannten Kohlenwasserstoffe katalytisch bewirkbar ist, wobei durch diese Verbrennung die Temperatur des Abgases bedarfsgerecht stark angehoben werden kann, insbesondere derart, dass Abgastemperaturen von mindestens oder mehr als 200 Grad einfach realisierbar sind. Herkömmlicherweise sind mögliche Heizmaßnahmen von Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere von Dieselmotoren im unteren Lastbereich beschränkt. Durch die motornähe Anordnung des Oxidationskatalysators ergibt sich die Möglichkeit, einen effizienten katalytischen Brenner zu nutzen. Unter dem katalytischen Brenner ist zu verstehen, dass mittels des Oxidationskatalysators eine Verbrennung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe mit dem vorhandenen Restsauerstoff im Abgas, die in das Abgas eingebracht wurden, in dem Oxidationskatalysator bewirkt wird. Herkömmlicherweise ist der Einsatzbereich eines solchen Brenners jedoch durch die geringe Abgastemperatur im unteren Lastbereich limitiert. Für einen kennfeldweiten Einsatz müsste der Oxidationskatalysator jederzeit schnell über seine Anspringtemperatur gebracht werden, was nun insbesondere durch die Verwendung der dicht schließenden Abgasklappe möglich ist. Mit anderen Worten kann mittels der dicht schließenden Abgasklappe insbesondere in deren Schließstellung das Abgas besonders vorteilhaft aufgestaut werden, wodurch stromauf der Abgasklappe und somit insbesondere in der Abgasklappe beziehungsweise in der Abgasnachbehandlungseinrichtung eine besonders hohe Abgastemperatur darstellbar ist. Dadurch kann der Oxidationskatalysator besonders effektiv und effizient und schnell aufgeheizt und somit auf seine oder über seine Anspringtemperatur gebracht werden, sodass der Katalysator die in das Abgas eingebrachten, unverbrannten Kohlenwasserstoffe verbrennen kann beziehungsweise die zuvor beschriebene Verbrennung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe katalytisch bewirken beziehungsweise unterstützen kann. Alternativ sind auch elektrische Heizkatalysatoren oder Brenner bekannt, bei denen das Abgas entweder elektrisch oder durch Verbrennung von Kraftstoff aufgeheizt werden kann. Der elektrische Ansatz erfordert hohe elektrische Leistungen und eine zusätzlich gute Wärmeübertragung ans Gas. Ein Brenner benötigt zusätzliche Sensoren, Aktuatoren und eine Luftquelle. Die vorliegende Erfindung kann die Anforderungen einfacher und kostengünstiger erfüllen.

[0017] Die Abgasklappe ist bei Systemen mit Niederdruck-AGR erforderlich bzw. bei einfachen Nutzfahrzeug Motorbremssystemen. Alternativ sind auch andere Temperaturmaßnahmen mit vergleichbarem

Potential, wie zum Beispiel variable Ventiltriebssysteme ein frühes Auslassventil-Öffnen und eine Phasenverstellung des Auslassventils bekannt.

[0018] Die Exothermie über den DOC wird heute durch eine nicht-brennende und auch als Post-Einspritzung bezeichnete Nacheinspritzung in den Brennraum oder durch einen externen HC-Doser erzeugt. Die Nachspritzung kann kostengünstig über die innermotorische Einspritzung dargestellt werden, hat bei häufigem Betrieb den Nachteil einer erhöhten Ölverdünnung, was durch Verwendung des HC-Dosers vermieden werden kann. Mit anderen Worten, um eine übermäßige Ölverdünnung zu vermeiden, wird der getaktete beziehungsweise getaktet betreibbare HC-Doser verwendet, welcher vorzugsweise stromauf der Turbine angeordnet ist. Vorzugsweise erfolgt die Taktung des HC-Dosers im Takt der Auslassventile. Dadurch wird eine effiziente Verdampfung des Kraftstoffs beziehungsweise der unverbrannten Kohlenwasserstoffe erreicht, ohne dass es zum Tröpfchenschlag an der Turbine kommt.

[0019] Der hochzellige, motornahe Oxidationskatalysator ist auf eine niedrige Anspringtemperatur ausgelegt. Ein hoher, beispielsweise durch die Hochzelligkeit bewirkbarer Druckverlust ist im unteren Lastbereich sogar gewünscht und vorteilhaft. Außerdem kann der hochzellige Oxidationskatalysator insbesondere bei hinreichend hohen Temperaturen, beispielsweise der des SCR-Katalysators mittels der Umgehungsleitung umgangen, das heißt bypassiert werden. Beispielsweise ist der Oxidationskatalysator als ein Ringkatalysator ausgeführt, wodurch eine besonders lange Aufbereitungsstrecke zur Aufbereitung beziehungsweise Verbrennung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) darstellbar ist.

[0020] Die Erfindung hat insbesondere den Vorteil, dass die dicht schließende Abgasklappe eine Niederdruck-Abgasrückführklappe ersetzen kann. Alternativ sind variable Ventiltriebssysteme bekannt, die entweder durch frühes Öffnen des Auslassventils oder eine Phasenverstellung der Auslassnockenwelle ebenfalls ausreichend hohe Abgastemperaturen möglich machen. Eine innermotorische, späte Nacheinspritzung kann durch den getakteten HC-Doser, insbesondere stromauf der Turbine, ersetzt werden. Dadurch kann eine übermäßige Ölverdünnung vermieden werden. Eine Integration, insbesondere des HC-Dosers, in den Zylinderkopf kann vorteilhaft sein, wobei jedoch auch die Verwendung eines getakteten, gekühlten HC-Dosers im Abgaskrümmervorstellbar ist. Eine Dosierung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe in einen Turbinenbypass, das heißt in eine Turbinenumgehungsleitung, durch welche die Turbine beispielsweise von zumindest einem Teil des Abgases umgehbar ist, könnte mit geringen, die Turbine umgehenden

Bypassmengen des Abgases die höhere Abgastemperatur vor der Turbine für die Verdampfung nutzen. Ferner ist es denkbar, die unverbrannten Wasserstoffe in den Diffusor in der Nähe des Turbinenrads einzudosieren. Der Kraftstoff wird im turbulenten, heißen Kraftstoff schnell verdampft und dadurch besonders gut aufbereitet. Insgesamt ist erkennbar, dass durch die Erfindung die Abgastemperatur in unteren Teillastbereichen, das heißt in der unteren Teillast, stark angehoben werden kann. Selbst im Schubbetrieb ist durch eine Reibleistungsgleichstellung („befeuerter Schub“) eine ausreichend hohe Abgastemperatur darstellbar. Die Erfindung kann kosteneffizient den katalytischen Betriebsbereich deutlich erweitern, und die Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen senken.

[0021] Es ist denkbar, dass stromauf des beispielsweise als Haupt-Oxidationskatalysators ausgebildeten Oxidationskatalysators in der Abgasleitung ein gegenüber dem Haupt-Oxidationskatalysator kleinerer, aggressiverer Oxidationskatalysator, insbesondere Diesel-Oxidationskatalysator, angeordnet ist, sodass beispielsweise der Haupt-Oxidationskatalysator anders ausgelegt werden kann, insbesondere auf eine noch geringere Anspringtemperatur. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei einem Personenkraftwagen. Weitere, der Erfindung zugrundeliegende Erkenntnisse und Überlegungen sind, dass eine gute Aufbereitung des in das Abgas eingebrachten Reduktionsmittels vorteilhaft ist, um unerwünschte Ablagerungen des Reduktionsmittels, insbesondere in der Abgasleitung, zu vermeiden und aus einer geringen, in das Abgas eingebrachten Menge des Reduktionsmittels eine hinreichende Menge an Ammoniak zur Reduzierung der Stickoxide zu realisieren. Jedoch ist die Aufbereitung des Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators bei geringen Abgastemperaturen und hohen Dosieranforderungen sehr anspruchsvoll. Bei geringen Temperaturen fehlt die notwendige Verdampfungsenthalpie, um das beispielsweise als Wasser-Ammoniak-Gemisch ausgebildete Reduktionsmittel zu verdampfen, mithin aufzubereiten. Das auch als Reduktionsmittel-Doser bezeichnete Dosierelement sollte möglichst kleine Tröpfchen des Reduktionsmittels in das Abgas einbringen können. Eine Wandbenetzung der Abgasleitung sollte möglichst vermieden werden. Deshalb kommen üblicherweise so genannte Mischer zum Einsatz, die mit Hilfe von Drall und Turbulenz die kleinen Tröpfchen des Reduktionsmittels zur Verdampfung bringen. Die Mischer sind auf geringe Temperaturen ausgelegt. Mit steigendem Volumenstrom steigt jedoch der Druckverlust stark an. Dabei ist eine weitere Steigerung der Turbulenzen nicht weiter nötig, da die Verdampfungsenthalpie ausreichend groß ist.

[0022] Die zuvor genannten Probleme und Nachteile können durch einen variablen Mischer gelöst

werden. Aktuell finden Abgasklappen beispielsweise bei Personenkraftwagen für eine Niederdruckabgasrückführung oder bei Lastkraftwagen-Motoren mehr und mehr Anwendung. Die geringe Abgastemperatur korreliert mit dem Bedarf an erhöhtem Abgasgegen- druck zur Temperaturanhebung. Durch eine Verlage- rung der Abgasklappe an die zuvor genannte Reduk- tionsmittel-Dosierstelle beziehungsweise in einen Mischbereich, in welchem das Reduktionsmittel mit dem Abgas vermischt wird, kann die Abgas- klappe als aktiver Reduktionsmittel-Mischer mit hoher Turbulenz geschaffen werden. Mit anderen Worten kann mittels der relativ zu der Abgasleitung bewegbaren, insbesondere verschwenkbaren Abgasklappe eine hohe Turbulenz des Abgases geschaffen werden, sodass das Abgas besonders gut mit dem Reduktionsmittel vermischt werden kann. Dadurch kann das Reduktionsmittel besonders vorteilhaft aufbereitet werden. In der Teillast kann eine sehr hohe Turbulenz sichergestellt werden, und in der Vollast ist mit offener Klappe ein sehr geringer Druckverlust möglich, wodurch die Verbren- nungskraftmaschine mit hoher Leistung und gering- em Kraftstoffverbrauch betrieben werden kann.

[0023] Insbesondere können hierdurch die folgen- den Vorteile realisiert werden:

- Reduktionsmittel-Dosierfreigabe bei beson- ders geringeren Temperaturen
- höhere Dosiermengen bei geringen Tempera- turen
- geringerer Druckverlust bei hohem Durchsatz, geringerer Verbrauch und mehr Leistung
- geringere Gesamtkosten
- verbesserte Anordnung von Bauelementen in einem zur Verfügung stehenden Bauraum

[0024] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Figuren. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmals- kombinationen sowie die nachfolgend in der Figuren- beschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombi- nationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinati- onen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0025] Die Figuren zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ers- ten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine;

Fig. 2 eine schematische und geschnittene Sei- tenansicht einer ersten Ausführungsform einer Abgasklappe der Verbrennungskraftmaschine;

Fig. 3 eine schematische und geschnittene Sei- tenansicht einer zweiten Ausführungsform einer Abgasklappe der Verbrennungskraftmaschine;

Fig. 4 Diagramme zum Veranschaulichen eines Verfahrens zum Betreiben der Verbrennungs- kraftmaschine;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Verbrennungs- kraftmaschine;

Fig. 6 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht einer Abgasanlage der Verbren- nungskraftmaschine; und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer drit- ten Ausführungsform der Verbrennungskraftma- schine.

[0026] In den Fig. sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0027] **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Darstel- lung einer ersten Ausführungsform einer als Hubkol- benmaschine ausgebildeten Verbrennungskraftma- schine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Personenkraftwagen. Dies bedeutet, dass das Kraft- fahrzeug in seinem vollständig hergestellten Zustand die Verbrennungskraftmaschine 10 aufweist und mit- tels der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere rein, verbrennungsmotorisch angetrieben werden kann. Die Verbrennungskraftmaschine 10 umfasst einen Motorblock 12, welcher beispielsweise als Kur- belgehäuse ausgebildet ist. Der Motorblock 12 weist mehrere Zylinder 14 auf, welche jeweils einen Brenn- raum der Verbrennungskraftmaschine 10 begren- zen. Während eines befeuerten Betriebs der Ver- brennungskraftmaschine 10 laufen in dem jeweiligen Brennraum Verbrennungsvorgänge ab, in deren Rahmen ein jeweiliges Kraftstoff-Luft-Gemisch ver- brannt wird. Daraus resultiert Abgas der Verbren- nungskraftmaschine 10.

[0028] Das Kraftstoff-Luft-Gemisch umfasst Luft, die einen Ansaugtrakt 16 der Verbrennungskraftma- schine 10 durchströmt und mittels des Ansaugtrakts 16 in den jeweiligen Brennraum geführt wird. Außer- dem umfasst das Kraftstoff-Luft-Gemisch einen, ins- besondere flüssigen, Kraftstoff, welcher ein Otto- kraftstoff oder vorzugsweise ein Dieselmotor sein kann. Somit ist die Verbrennungskraftmaschine 10 vorzugsweise als ein Dieselmotor ausgebildet. Das Abgas kann aus den Brennräumen ausströmen und daraufhin eine Abgasanlage 18 der Verbrennungs- kraftmaschine 10 durchströmen. Die Verbrennungs- kraftmaschine 10 weist dabei einen Abgasturbolader 20 auf, welcher eine in dem Ansaugtrakt 16 angeord- neten Verdichter mit einem Verdichterrad 22 und eine in der Abgasanlage 18 angeordnete Turbine mit einem Turbinenrad 24 aufweist. Das Turbinenrad 24 beziehungsweise die Turbine ist von dem die

Abgasanlage 18 durchströmenden Abgas antreibbar. Dabei kann das Verdichterrad 22 von dem Turbinenrad 24 angetrieben werden, sodass mittels des Verdichterrads 22 die den Ansaugtrakt 16 durchströmende Luft verdichtet wird. Dadurch kann im Abgas enthaltene Energie zum Verdichten der Luft genutzt werden.

[0029] Durch das Verdichten der Luft wird die Luft erwärmt. Um dennoch besonders hohe Aufladegrade zu realisieren, ist in dem Ansaugtrakt 16 stromab des Verdichterrads 22 und stromauf der Brennräume ein Ladeluftkühler 26 angeordnet. Mittels des Ladeluftkühlers 26 wird die verdichtete und dadurch erwärmte Luft gekühlt. Stromab des Ladeluftkühlers 26 und stromauf der Brennräume ist in dem Ansaugtrakt 16 eine Drosselklappe 28 angeordnet, mittels welcher beispielsweise die Luft in dem Ansaugtrakt 16 aufgestaut und/oder ein in dem Ansaugtrakt 16 herrschender Druck der Luft eingestellt und/oder eine Menge der den Ansaugtrakt 16 durchströmenden Luft eingestellt werden kann. Stromauf des Verdichterrads 22 weist die Luft in dem Ansaugtrakt 16 einen Druck p_1 auf, wobei die Luft stromab des Ladeluftkühlers 26, insbesondere stromab der Drosselklappe 28 und stromauf der Brennräume in dem Ansaugtrakt 16 ein gegenüber dem Druck p_1 größeren Druck p_2 s aufweist. In der auch als Abgastrakt bezeichneten Abgasanlage 18 weist das Abgas stromauf des Turbinenrads 24 einen Druck p_3 auf. Mittels des Turbinenrads 24 wird das Abgas auf einen gegenüber dem Druck p_3 geringeren Druck p_4 entspannt.

[0030] Die Abgasanlage 18 weist eine von dem insbesondere gesamten Abgas aus den Brennräumen durchströmbare Abgasleitung 30 auf, in welcher das Turbinenrad 24 angeordnet ist. Stromab des Turbinenrads 24 ist in der Abgasleitung 30 eine katalytisch wirksame Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 der Abgasanlage 18 angeordnet. Es ist erkennbar, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 mehrere, in Strömungsrichtung des Abgases aufeinander folgend angeordnete Abgasnachbehandlungskomponenten 34a-c zum Nachbehandeln des Abgases aufweist. Die Abgasnachbehandlungskomponente 34a ist beispielsweise ein SCR-Katalysator, wobei die Abgasnachbehandlungskomponente 34b einen Partikelfilter, insbesondere einen Dieselpartikelfilter (DPF) und/oder einen SCR-Katalysator umfassen kann. Beispielsweise ist die Abgasnachbehandlungskomponente 34b als ein Partikelfilter, insbesondere als ein Dieselpartikelfilter, mit einer für die selektive katalytische Reduktion (SCR) katalytisch wirksamen Beschichtung ausgebildet.

[0031] Die Abgasnachbehandlungskomponente 34c ist vorzugsweise als ein Oxidationskatalysator 34c, insbesondere als ein Diesel-Oxidationskatalysator (DOC), ausgebildet, wobei die Abgasnachbe-

handlungskomponente 34c beziehungsweise der Oxidationskatalysator wahlweise auch als Stickoxid-Speicherkatalysator (NSK) ausgebildet sein kann. Der SCR-Katalysator ist zum katalytischen Bewirken oder Durchführen der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) ausgebildet, in deren Rahmen im Abgas etwaig enthaltene Stickoxide mit Hilfe von Ammoniak zu Stickstoff und Wasser umgewandelt und somit zumindest teilweise aus dem Abgas entfernt werden. Das Ammoniak wird dabei von einem Reduktionsmittel bereitgestellt, welches mittels eines Dosierelements 36 an einer SCR-Stelle in die Abgasleitung 30 und dadurch in das Abgas einbringbar ist. Die SCR-Stelle ist dabei stromauf des SCR-Katalysators angeordnet. Vorzugsweise ist die SCR-Stelle stromab des Turbinenrads 24 angeordnet. Bei der in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsform ist die SCR-Stelle stromab der Abgasnachbehandlungskomponente 34c und stromauf der Abgasnachbehandlungskomponente 34a, b angeordnet.

[0032] Die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 ist eine motornahe Abgasnachbehandlungseinrichtung. Dies bedeutet, dass die Verbrennungskraftmaschine 10 beziehungsweise ihr Motorblock 12 und die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 gemeinsam beziehungsweise gleichzeitig in einem Motorraum angeordnet sind, während ein zweiter Teil der Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 der Verbrennungskraftmaschine 10 in Fahrzeughochrichtung z.B. unterhalb eines Unterbodens des Kraftfahrzeugs angeordnet sind. Der Motorblock 12 und die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 sind dabei nicht unterhalb des Unterbodens, sondern motornahe und somit in dem Motorraum angeordnet, während die Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 außerhalb des Motorraums angeordnet ist. Die Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 wird auch als Unterboden-SCR-Einrichtung bezeichnet, da sie einen auch als Unterboden-SCR bezeichneten SCR-Katalysator 40 aufweist. Außerdem umfasst die Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 einen Ammoniak-Schlupfkatalysator 42, welcher stromab des SCR-Katalysators 40 angeordnet ist.

[0033] Um nun einen besonders emissionsarmen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 10 realisieren zu können, weist die Abgasanlage 18 eine stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 und dabei stromauf der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 angeordnete Abgasklappe 44 auf, welche dazu ausgebildet ist, eine von dem, insbesondere gesamten, Abgas der Verbrennungskraftmaschine 10 durchströmbaren Strömungsquerschnitt der Abgasleitung 30, in welcher die Abgasklappe 44 angeordnet ist, dicht zu verschließen und dadurch in einem auch als Leerlaufbetrieb bezeichneten Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine 10 einen Abgasgedruck von mehr als 0,5 bar, insbe-

sondere von mindestens in etwa 1,0 bar, in der Abgasleitung 30 zu erzeugen. Die Auslegungswerte sind für einen Betrieb ohne Abgasrückführung. Unter dem Leerlauf ist die geringste beziehungsweise unterste Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine 10 insbesondere in deren warmen Motorbetrieb zu verstehen.

[0034] Es ist erkennbar, dass die Abgasanlage 18 ein zweites Dosierelement 46 aufweist, mittels welchen an einer zweiten SCR-Stelle das beispielsweise als wässrige Harnstofflösung ausgebildeten Reduktionsmittels in die Abgasleitung 30 und somit in das Abgas einbringbar ist. Die zweite SCR-Stelle ist dabei stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 und vorzugsweise auch stromab der Abgasklappe 44 und stromauf der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 angeordnet. Die stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 und stromauf der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 angeordnete Abgasklappe 44 ist vorzugsweise bezogen auf eine sich von der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 zur Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 erstreckenden Strecke näher an der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 als an der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 angeordnet. Eine zwischen der Abgasklappe 44 und der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 liegende Strecke ist in **Fig. 1** mit S bezeichnet und beträgt bauartbedingt mindestens 0,5 Meter. Unter der Strecke S ist ein Strömungsweg zu verstehen, der von dem Abgas auf seinem Weg von der Abgasklappe 44 zu der Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 zurück zu legen ist.

[0035] In **Fig. 1** sind auch als HC-Doser bezeichnete Dosiereinrichtungen mit 48a, b bezeichnet und sind Alternativen zur innermotorischen Nacheinspritzung, weil diese keine Ölverdünnung bewirken. Die Dosiereinrichtungen 48a, b sind beispielsweise gemeinsam oder aber wahlweise beziehungsweise alternativ zueinander vorgesehen. Die jeweilige Dosiereinrichtung 48a, b ist dazu ausgebildet, unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC) in die Abgasleitung 30 und somit in das die Abgasleitung 30 durchströmende Abgas einzubringen, insbesondere an einer jeweiligen Einbringstelle. Die Position 48a, b ist abhängig von der Aufbereitungsstrecke und der schnellen Verdampfung von Kohlenwasserstoffen. 48b hat eine längere Strecke als 48a, wobei eine unvollständige Verdampfung zum Tröpfchenschlag am Turbinenrad 24 führen kann. Bei den unverbrannten Kohlenwasserstoffen, die mittels der jeweiligen Dosiereinrichtung 48a, b in das Abgas einbringbar sind, handelt es sich beispielsweise um den zu vorgenannten, insbesondere flüssigen Kraftstoff, beziehungsweise um Bestandteile des Kraftstoffs. Die Einbringstelle, an welcher mittels der Dosiereinrichtung 48a die unverbrannten Kohlenwasserstoffe in das

Abgas einbringbar sind, ist beispielsweise an einem Austritt der Turbine und dabei stromab des Turbinenrads 24 und stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 angeordnet. Die Einbringstelle, an welcher mittels der Dosiereinrichtung 48b die unverbrannten Kohlenwasserstoffe in das Abgas einbringbar sind, ist beispielsweise stromauf der Turbine, insbesondere stromauf des Turbinenrads 24, und vorzugsweise stromab der Brennräume angeordnet.

[0036] Dadurch, dass die Abgasklappe 44 als eine dicht schließende Abgasklappe ausgebildet ist, kann das Abgas in kurzer Zeit stark aufgeheizt werden, sodass in der Abgasleitung 30 stromauf der Abgasklappe 44 in kurzer Zeit hohe, auch als Abgastemperaturen bezeichnete Temperaturen des Abgases realisierbar sind. Dadurch kann der Oxidationskatalysator bzw. NSK schnell aufgeheizt und somit schnell auf oder über seine auch als Light-off-Temperatur bezeichnete Anspringttemperatur gebracht werden. Weist der Oxidationskatalysator bzw. NSK eine Temperatur auf, die der Anspringttemperatur entspricht oder höhere als die Anspringttemperatur ist, so kann der Oxidationskatalysator eine Verbrennung der in das Abgas eingebrachten, unverbrannten Kohlenwasserstoffe katalytisch bewirken oder unterstützen. Unter der Verbrennung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe ist insbesondere zu verstehen, dass die unverbrannten Kohlenwasserstoffe in dem Oxidationskatalysator bzw. NSK oxidiert werden. Dadurch kann das Abgas besonders stark aufgeheizt werden. Stromauf des Turbinenrads 24 und beispielsweise stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 weist das Abgas in der Abgasleitung 30 eine Temperatur T4 auf.

[0037] Die Verbrennungskraftmaschine 10 weist einen Abgasrückführeinrichtung 50 auf, mittels welcher eine Niederdruck-Abgasrückführung darstellbar ist. Die Abgasrückführeinrichtung 50 umfasst eine Abgasrückführleitung 52, welche an einer ersten Verbindungsstelle fluidisch mit der Abgasleitung 30 und an einer zweiten Verbindungsstelle fluidisch mit dem Ansaugtrakt 16 verbunden ist. Die erste Verbindungsstelle ist stromab des Turbinenrads 24, insbesondere stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 angeordnet, wobei die zweite Verbindungsstelle stromauf des Verdichterrads 22 angeordnet ist. Die Abgasrückführeinrichtung 50 umfasst dabei einen in der Abgasrückführleitung 52 angeordneten Abgasrückführkühler 54 und ein in der Abgasrückführleitung 52 angeordnetes Abgasrückführventil 56.

[0038] Des Weiteren umfasst die Verbrennungskraftmaschine 10 eine zweite Abgasrückführeinrichtung 58, mittels welcher eine Hochdruck-Abgasrückführung realisierbar ist. Hierzu umfasst die Abgasrückführeinrichtung 58 eine zweite Abgasrückführleitung 60, die an einer dritten Verbindungsstelle fluidisch

disch mit der Abgasleitung 30 und an einer vierten Verbindungsstelle fluidisch mit dem Ansaugtrakt 16 verbunden ist. Die dritte Verbindungsstelle ist stromab der Brennräume und stromauf des Turbinenrads 24 angeordnet, wobei die vierte Verbindungsstelle stromab des Verdichterrads 22, insbesondere stromab des Ladeluftkühlers 26 und ganz insbesondere stromab der Drosselklappe 28 angeordnet ist. Die Abgasrückführeinrichtung 58 umfasst ein in der Abgasrückführleitung 60 angeordnetes Abgasrückführventil 62 und einen in der Abgasrückführleitung 60 angeordneten Abgasrückführkühler 64. Der Abgasrückführeinrichtung 58 ist eine Umgehungseinrichtung 66 zugeordnet, welche eine Umgehungsleitung 68 aufweist. Die Umgehungsleitung 68 ist an einer fünften Verbindungsstelle und an einer sechsten Verbindungsstelle fluidisch mit der Abgasrückführleitung 60 verbunden. Die fünfte Verbindungsstelle ist stromauf des Abgasrückführkühlers 64 und beispielsweise stromab des Abgasrückführventils 62 angeordnet, und die sechste Verbindungsstelle ist stromab des Abgasrückführkühlers 64 angeordnet. Dadurch kann zumindest ein Teil des die Abgasrückführleitung 60 durchströmenden und rückzuführenden Abgases die Umgehungsleitung 68 durchströmen und dadurch den Abgasrückführkühler 64 umgehen, wobei das die Umgehungsleitung 68 durchströmende Abgas nicht mittels der Abgasrückführkühlers 64 gekühlt wird. Die Umgehungseinrichtung 66 umfasst ein in der Umgehungsleitung 68 angeordnetes Umgehungsventil 70, mittels welchem eine Menge des die Umgehungsleitung 68 durchströmenden und rückzuführenden Abgases einstellbar ist.

[0039] Der Verbrennungskraftmaschine 10 und insbesondere ihrer Ausgestaltung liegen insbesondere die folgenden Erkenntnisse und Überlegungen zugrunde: in den Anfängen der Abgasreinigung mittels Katalysatoren waren diese zunächst aus Raumgründen mit größerem Abstand im Fahrzeug beziehungsweise in der Abgasanlage angeordnet worden. In dem Bestreben, Verbrennungskraftmaschinen immer emissionsärmer betreiben zu können, insbesondere im Hinblick auf einen Kaltstart, gab es entweder Verbesserungen der chemischen Katalysatoreigenschaften insbesondere im Hinblick auf einen höheren Wirkungsgrad und geringere Alterung, und/oder der thermische Haushalt wurde stets verbessert, und die auch als Motor oder Verbrennungsmotor bezeichnete Verbrennungskraftmaschine kann höhere Temperaturen erzeugen und/oder der Motor wird zu niedrigeren Rohemissionen hin entwickelt. Dabei fand eine Iteration dieser Ansätze statt.

[0040] Im PKW-Bereich hat sich aufgrund der Baugröße die motornahe Abgasnachbehandlungseinrichtung durchgesetzt. Die Abgasreinigung ist direkt nach der Turbine positioniert und arbeitet auf höhe-

rem Temperaturniveau als ein vergleichbares System mit einer entfernten Abgasreinigung, wodurch eine höhere Effizienz der Abgasreinigung erreicht werden kann. Die motornahe Abgasnachbehandlung ermöglicht zudem eine kompakte Niederdruck-Abgasrückführung. Für höhere spezifische Leistungen und damit höheren Temperaturen und Massenströmen wird in einer zweiten Abgasnachbehandlung z.B. im Unterboden üblicherweise ein zweites SCR System mit einem zusätzlichen Dosierelement zum Einbringen von Reduktionsmittel und einem zusätzlichen Mischer vorgesehen. Eine zusätzliche Abgasklappe, die auch in einem Bereich stromab des der Unterboden-Anlage zugeordneten Dosierelements angeordnet sein kann, unterstützt das Niederdruck-Abgasrückführ-System, sodass ein Spülgefälle erzeugt beziehungsweise erzwungen werden kann.

[0041] Wie in **Fig. 1** besonders schematisch dargestellt, ist ein einfach auch als Mischer bezeichneter Mischbereich 72, in welchem das Reduktionsmittel, welches mittels der Dosierelements 46 in das Abgas eingebracht wurde, mit dem Abgas vermischt und insbesondere aufbereitet werden kann, sodass das Reduktionsmittel besonders vorteilhaft Ammoniak bereitstellen kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen kann bei der Verbrennungskraftmaschine 10 eine höhere Abgastemperatur in der Abgasleitung 30 stromauf der Abgasklappe 44 realisiert werden, insbesondere während eines Kaltstarts der Verbrennungskraftmaschine 10. Hierzu ist die Abgasklappe 44 als eine dicht schließende Abgasklappe ausgebildet, mittels welcher erhöhte Ladungswechselverluste, insbesondere in einem unteren Teillastbereich der Verbrennungskraftmaschine 10, erzeugt werden können. Der Reibmitteldruck wird hierdurch stark negativ, was durch höhere Einspritzmengen über einen Hochdruckprozessor wieder ausgeglichen werden muss. Im Schub wird der Lastpunkt soweit angehoben, dass für ein vergleichbares Schleppmoment eine Abgastemperatur von zumindest im Wesentlichen 200 Grad Celsius erreicht werden kann. Der Motor muss zur Darstellung des beispielsweise als Norm-Schleppmoments ausgebildeten Schleppmoments einspritzen. Man spricht auch von einem befeuerten Schub. Im Leerlauf sind Temperaturen von größer als 200 Grad Celsius anzustreben, beziehungsweise realisierbar. Ein hierzu vorteilhaftes beziehungsweise erforderliches Niveau des Drucks p_4 ist von der Drehzahl, dem Basis-Reibmitteldruck, der Abgasrückführrate und dem Stickoxidniveau abhängig. Durch die zusätzliche Ladungswechselarbeit wird generell die Abgastemperatur angehoben. Die absoluten Zahlen hängen von der Auslegung des Gesamtsystems bzw. des Oxidationskatalysators bzw. NSK d.h. der Light-Off Temperatur und den Temperaturverlusten ab.

[0042] **Fig. 2** zeigt eine mögliche erste Ausführungsform der Abgasklappe 44, welche beispiels-

weise derart in der Abgasleitung 30 angeordnet ist, dass die Abgasklappe 44 um eine Schwenkachse 74 relativ zu der Abgasleitung 30 verschwenkbar ist. Insbesondere kann die Abgasklappe 44 zwischen einer in **Fig. 2** gezeigten Schließstellung und einer Offenstellung relativ zu der Abgasleitung 30 bewegt werden. In der Schließstellung dichtet die Abgasklappe 44 den Strömungsquerschnitt beziehungsweise die Abgasleitung 30 derart ab, dass im Leerlauf ohne Abgasrückführung der Verbrennungskraftmaschine 10 mittels der Abgasklappe 44 in der Schließstellung ein Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar, insbesondere von mindestens zumindest im Wesentlichen 1,0 bar in der Abgasleitung 30 und dabei insbesondere stromauf der Abgasklappe 44 erzeugbar ist beziehungsweise erzeugt wird.

[0043] Bei der ersten Ausführungsform sind in der Abgasleitung 30 beispielsweise zumindest im Wesentlichen halbkreisförmige und auch als Kanten bezeichnete Anschläge 76a, b angeordnet, welche dichtende Anschlagflächen 78a, b aufweisen. Die Abgasklappe 44, insbesondere ihre Dichtflächen, liegt beziehungsweise liegen in der Schließstellung, insbesondere direkt, an den korrespondierenden Anschlagflächen 78a, b an, wodurch die Abgasklappe 44 besonders gut gegen die Abgasleitung 30 abgedichtet ist. Vorzugsweise sind die Dichtflächen der Abgasklappe 44, insbesondere mechanisch, bearbeitet. Im Rahmen einer Herstellung des Kraftfahrzeugs wird beispielsweise an einem Bandende die einfach auch als Klappe bezeichnete Abgasklappe 44 in ihrem montierten Zustand mittels eines Werkzeugs derart verschwenkt oder gedreht, dass die Abgasklappe 44 gegen die Anschläge 76a, b gedrückt wird. Dadurch werden die Anschläge 76a, b, insbesondere plastisch, verformt, wodurch beispielsweise Unebenheiten ausgeglichen werden und eine vorteilhafte Abdichtung gewährleistet werden kann. Es ist erkennbar, dass die Abgasklappe 44 als eine Drosselklappe beziehungsweise als eine Schmetterlingsklappe ausgebildet sein kann. Bei der ersten Ausführungsform ist die Abgasklappe 44 eine radiale Klappe, für die bezogen auf die Bildebene in **Fig. 2** oben und unten jeweilige, beispielsweise halbkreisförmige Anschläge 76a, b vorgesehen sind. Vorzugsweise sind auch die Anschläge 76a, b, insbesondere an ihren Anschlagflächen 78a, b, bearbeitet, insbesondere mechanisch bearbeitet.

[0044] **Fig. 3** zeigt eine zweite Ausführungsform der Abgasklappe 44. Bei der zweiten Ausführungsform nimmt die Abgasklappe 44 in ihrer Schließstellung eine schräge Position und somit einen Schrägsitz ein. In der Schließstellung liegen die bei der zweiten Ausführungsform in radialer Richtung der Abgasklappe 44 nach außen weisenden und in **Fig. 3** mit 80a, b bezeichneten Dichtflächen der Abgasklappe 44 direkt an der Abgasleitung 30, insbesondere an deren innenumfangsseitiger Mantelfläche 82, an.

Insbesondere liegen die Dichtflächen 80a, b direkt an Wandungsbereichen der innenumfangsseitigen Mantelfläche 82 an, wobei vorzugsweise auch die Wandungsbereiche, insbesondere mechanisch, bearbeitet sind. Die zweite Ausführungsform hat den Vorteil, dass sie bei thermischer Ausdehnung radial nicht klemmen kann. Eine innere Gesamtleckage in der Schließstellung ist so gering, dass sich der auch mit p4 bezeichnete Abgasgegendruck von größer als 0,5 bar, vorzugsweise größer als 1 bar insbesondere im Leerlauf und ohne Abgasrückführung einstellt. Unter dem Abgasgegendruck ist ein relativer Druck beziehungsweise der relative Druck, insbesondere der Abgasleitung 30, zu verstehen.

[0045] Die dicht schließende Abgasklappe 44 ermöglicht es, den motornahen Oxidationskatalysator zw. NSK (Abgasnachbehandlungskomponente 34c) kurz nach dem Kaltstart über seine Ansprungtemperatur zu bringen, um dadurch den zusätzlichen unverbrannten Kohlenwasserstoffe zu oxidieren, das heißt zu verbrennen. Das Gesamtsystem ist vorzugsweise so ausgelegt, dass im gesamten motorischen Kennfeld, insbesondere im unteren Lastbereich, stets unverbrannte Kohlenwasserstoffe mittels des beziehungsweise über den Oxidationskatalysator oxidiert werden können.

[0046] Die zuvor genannte, mittels des Oxidationskatalysators katalytisch bewirkte oder unterstützte Verbrennung der unverbrannten Kohlenwasserstoffe, die in das Abgas eingebracht wurden, ist vorzugsweise eine flammenlose Verbrennung, beziehungsweise eine flammenlose Oxidation. Mittels der flammenlosen Verbrennung beziehungsweise unter der flammenlosen Oxidation ist ein Verbrennungsvorgang zu verstehen, bei dem keine sichtbare Flamme auftritt.

[0047] **Fig. 2** zeigt zwei Diagramme, auf deren Abszissen 84 die Zeit aufgetragen ist. Auf der Ordinate 86 ist die Abgastemperatur aufgetragen und die Ordinate 88 veranschaulicht einen insbesondere getakteten Betrieb mit der Dosiereinrichtung 48b. Hierbei erfolgt die Dosierung 88 im Takt des Abgasausstoßes bzw. der Abgastemperatur im Krümmer 86, um die Verdampfung der Kohlenwasserstoffe zu maximieren und damit keinen Tröpfchenschlag am Turbinenrad 24 zu bekommen. Mit AÖ ist in **Fig. 4** das Auslassöffnen, das heißt das Öffnen des Auslassventils bezeichnet, und in **Fig. 4** ist mit AS das Auslassschließen, das heißt das Schließen des Auslassventils bezeichnet. Die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine 10 sind beispielsweise mit ganzen positiven Zahlen beginnend bei 1 aufsteigend durchnummeriert, sodass beispielsweise ein erster der Brennräume mit 1, ein zweiter der Brennräume mit 2, ein dritter der Brennräume mit 3 und ein vierter der Brennräume mit 4 bezeichnet wird. Dabei ist in **Fig. 4** die Zündfolge der Brennräume mit 1-3-4-2

angegeben. Der für die Aufheizung der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 vorgesehene Gesamtwärmestrom Q_{tot} definiert sich zum einen aus dem motorischen Wärmestrom Q_4 nach der Turbine, der oxidierten Kohlenwasserstoffe und CO in der Abgasnachbehandlungskomponente 34c Q_{HC} . Dies bedeutet, dass sich Q_{tot} ergibt zu: $Q_{\text{tot}} = Q_4 + Q_{\text{HC}}$ (Q_{HC} mit >90% Umsatz, Restsauerstoff $O_2 > 1\%$). Für eine schnelle Aufheizung ist Q_{tot} zu maximieren.

[0048] Das auch als HC-Dosierung bezeichnete Einbringen der unverbrannten Kohlenwasserstoffe in das Abgas kann entweder innermotorisch 14, mit einem Common-Rail System durch eine nicht brennende späte Einspritzung oder bezüglich der Brennräume extern und dabei beispielsweise mittels der Dosiereinrichtung 48b in den Abgaskrümmern stromauf der Turbine oder in einen Turbinenbypass beziehungsweise mittels der Dosiereinrichtung 48a direkt nach der Turbine erfolgen. Die HC-Dosierung ist abhängig von Dosierhäufigkeit, Ölverdünnung bei innermotorischer Dosierung, HC-Aufbereitung bei externer Dosierung, HC-Mengen in der AGR-Strecke und der HC-Gleichverteilung, insbesondere am Oxidationskatalysator bzw. NSK (Abgasnachbehandlungskomponente 34c).

[0049] Bei einer externen HC-Dosierung wird das Einbringen der unverbrannten Kohlenwasserstoffe synchron zum Auslassventil getaktet, was aus **Fig. 4** erkennbar ist. Dadurch kommt es zu einer besseren Verdampfung des beispielsweise als Dieseldieselkraftstoff ausgebildeten und die unverbrannten Kohlenwasserstoffe umfassenden Kraftstoffs. Der getaktete Betrieb, welcher auch als Taktung bezeichnet wird, weist eine Frequenz c auf, welche durch die Drehzahl des Motors bestimmt wird. Mit a ist eine Menge der unverbrannten Kohlenwasserstoffe bezeichnet, die in das Abgas eingebracht wird. Die Menge ist im Bereich der maximalen Temperatur x . In einer kühleren, auch als Phase bezeichneten Zeitspanne b wird nicht dosiert, sodass die Zeitspanne b zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden HC-Dosierungen liegt.

[0050] Die Aufbereitung des Reduktionsmittels insbesondere vor dem jeweiligen SCR-Katalysator ist bei geringen Temperaturen und hohen Dosieranforderungen sehr anspruchsvoll. Bei geringen Temperaturen fehlt die notwendige Verdampfungsenthalpie, um das beispielsweise als Wasser-Ammoniak-Gemisch ausgebildete Reduktionsmittel zu verdampfen. Das jeweilige Dosierelement 36 beziehungsweise 46 sollte möglichst kleine Tröpfchen des Reduktionsmittels in das Abgas einbringen können. Eine Wandbenetzung der Abgasleitung 30 ist zu vermeiden. Deshalb bedient man sich so genannte Mischer wie beispielsweise dem Mischbereich 72. Der Mischer kann durch Drall und Turbulenz die klei-

nen Tröpfchen in dem Abgas verdampfen. Der Mischer ist üblicherweise auf eine geringe Temperatur ausgelegt. Mit steigendem Volumenstrom kann jedoch der Druckverlust stark ansteigen. Dabei ist eine weitere Steigerung der Turbulenzen nicht weiter nötig, da die Verdampfungsenthalpie ausreichend groß ist.

[0051] Um auf besonders effektive und effiziente Weise eine vorteilhafte Aufbereitung beziehungsweise Mischung des Reduktionsmittels zu realisieren, kommt vorzugsweise ein variabler Mischer zum Einsatz. Dies erfolgt beispielsweise derart, dass die relativ zu der Abgasleitung 30 bewegbar, insbesondere verschwenkbare, dicht schließende Abgasklappe 44 in den Mischbereich 72 beziehungsweise an der auch als Reduktionsmittel-Dosierstelle bezeichneten SCR-Stelle angeordnet ist, an welcher mittels des Dosierelements 46 das Reduktionsmittel in die Abgasleitung 30 und somit in das die Abgasleitung 30 durchströmende Abgas einbringbar, insbesondere einspritzbar, ist. Durch eine solche Anordnung beziehungsweise Verlagerung der Abgasklappe 44 in den Mischbereich 72 kann die Abgasklappe 44 als aktiver Reduktionsmittelmischer fungieren, welcher eine hohe Turbulenz schaffen kann. In der Teillast kann hierdurch eine sehr hohe Turbulenz sichergestellt werden, und in der Vollast ist mit offener Abgasklappe 44 ein sehr geringer Druckverlust möglich, wodurch mehr Leistung und weniger Verbrauch realisiert werden können.

[0052] **Fig. 5** zeigt eine zweite Ausführungsform der Verbrennungskraftmaschine 10. Bei der zweiten Ausführungsform weist die Abgasanlage 18 einen beispielsweise zusätzlich zu dem zuvor genannten Oxidationskatalysator vorgesehenen und gegenüber dem zuvor genannten Oxidationskatalysator kleiner ausgestalteten, weiteren Oxidationskatalysator 90 auf, welcher, insbesondere in der Abgasleitung 30, stromauf des ersten Oxidationskatalysators und somit der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 angeordnet ist. Der zweite Oxidationskatalysator 90 weist eine kürzerer Aufheizzeit beziehungsweise eine geringere Anspringtemperatur als der erste Oxidationskatalysator (Abgasnachbehandlungskomponente 34c) auf. Somit ist der Oxidationskatalysator 90 ohne Kompromisse auf eine frühe beziehungsweise geringe Anspringtemperatur und eine kompakte Bauweise ausgelegt. Nach überschreiten der Anspringtemperatur werden zusätzliche, unverbrannte Kohlenwasserstoffe innermotorisch und somit in dem jeweiligen Brennraum oder mittels der jeweiligen Dosiereinrichtung 48a, b in die Abgasleitung 30 und somit in das Abgas eingespritzt. Mit Hilfe des Wärmestroms $Q_{4_Motor} + Q_{\text{HC_DOC}}$ des Oxidationskatalysators 90 beziehungsweise über den Oxidationskatalysator 90 wird die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 und auch die Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung 38 aufgeheizt.

Sobald der stromab des Oxidationskatalysators 90 angeordnete, erste Oxidationskatalysator seine Anspringtemperatur erreicht hat, können weitere unverbrannte Kohlenwasserstoffe, insbesondere mittels des ersten Oxidationskatalysators, oxidiert werden, was zu einer nochmals schnelleren Aufheizung der SCR Katalysatoren führt.

[0053] In einem Normalbetrieb, in welchem die SCR-Katalysatoren beispielsweise hinreichend warm sind, werden der Oxidationskatalysator 90 und somit dessen Gegendruck umgangen, das heißt bypassiert. Hierzu ist dem Oxidationskatalysator 90 eine Umgehungsleitung 92 zugeordnet, welche an einer siebten Verbindungsstelle und an einer achten Verbindungsstelle fluidisch mit der Abgasleitung 30 verbunden ist. Es ist erkennbar, dass der Oxidationskatalysator 90 stromab des Turbinenrads 24 und stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 angeordnet ist. Die siebte Verbindungsstelle ist stromab des Turbinenrads 24 und stromauf des Oxidationskatalysators 90 angeordnet, und die achte Verbindungsstelle ist stromab des Oxidationskatalysators 90 und stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 angeordnet. Über die Umgehungsleitung 92 kann zumindest ein Teil des Abgases, insbesondere das gesamte Abgas, den Oxidationskatalysator 90 umgehen, wobei das die Umgehungsleitung 92 durchströmende Abgas nicht durch den Oxidationskatalysator 90 hindurchströmt. In der Umgehungsleitung 92 ist ein Ventilelement 94 angeordnet, mittels welchem beispielsweise eine Menge des die Umgehungsleitung 92 durchströmenden und somit den Oxidationskatalysator 90 umgehenden Abgases einstellbar ist. Ein bedarfsgerechtes Öffnen und Freigeben der Umgehungsleitung 92 wird beispielsweise durch einen Positionssensor des beispielsweise als Klappe ausgebildeten Ventilelementes 94, mittels eines Drucksensors stromauf des Ventilelementes 94 oder mittels wenigstens eines oder mehrerer Temperatursensoren stromauf und stromab des Oxidationskatalysators 90 überwacht beziehungsweise realisiert.

[0054] Fig. 6 zeigt eine mögliche Ausführungsform des Oxidationskatalysators 90, welcher gemäß Fig. 6 als ein Ringkatalysator ausgebildet ist. Das Abgas kann stromab des Turbinenrads 24 in den Ringkatalysator umgelenkt werden. Das beispielsweise als Abgasklappe ausgebildete Ventilelement 94 erzwingt diese Umleitung des Abgases in den Ringkatalysator. Hierdurch kann eine sehr kompakte Bauweise erreicht werden. Mit anderen Worten, ist das Ventilelement 94 geschlossen, so wird das Abgas mittels des Ventilelementes 94 umgeleitet, derart, dass das Abgas durch den Oxidationskatalysator 90 und dann zu der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 strömt. Ist das Ventilelement 94 jedoch offen, strömt das von dem Turbinenrad 24 kommende Abgas durch die Umgehungsleitung 92 und dann zu

der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32, ohne durch den Oxidationskatalysator 90 hindurchzufließen. Mit anderen Worten kann bei geöffnetem Ventilelement 94 das Abgas ohne Strömungsverluste den Oxidationskatalysator 90 umgehen und dann zu der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 strömen. Eine Strömung des Abgases zu der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 ist in Fig. 6 durch einen Pfeil 96 veranschaulicht.

[0055] Außerdem ist in Fig. 6 eine weitere, mögliche und vorzugsweise alternativ zu den Dosiereinrichtungen 48a, b vorgesehene Dosiereinrichtung 48c veranschaulicht, mittels welcher unverbrannte Kohlenwasserstoffe an einer insbesondere stromab des Turbinenrads 24 und stromauf der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32, insbesondere stromauf des Oxidationskatalysators 90, angeordneten Einbringstelle in die Abgasleitung 30 und somit in das Abgas einbringbar ist. Die HC-Dosierung erfolgt entweder vor der Turbine in den Abgaskrümmen oder nach der Turbine und dabei beispielsweise mittels der Dosiereinrichtung 48a in einen Turbinenbypass 98 oder mittels der Dosiereinrichtung 48c in einen Diffusor 99 direkt nach dem Turbinenrad 24. Hierbei werden die Abgastemperatur und die Turbulenz nahe des Turbinenrads 24 und stromab des Turbinenrads 24 ausgenutzt.

[0056] Schließlich zeigt Fig. 7 eine dritte Ausführungsform der Verbrennungskraftmaschine 10. Die dritte Ausführungsform basiert auf der zweiten Ausführungsform, mit dem Unterschied, dass insbesondere für LKW-Anwendungen, kein motornahes Abgasnachbehandlungssystem vorliegt. Dies bedeutet, dass bei der dritten Ausführungsform die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 eine Fahrzeug-Anlage ist, die nicht etwa in dem Motorraum, sondern außerhalb von Motorraum im Fahrzeug angeordnet ist. Die auch als Abgasnachbehandlungssystem bezeichnete Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 hat ein sehr großes Volumen, das ohne gravierende Änderungen am Gesamtfahrzeug nicht motornah positioniert werden kann. Die Strecke S zwischen der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 und dem beispielsweise motornahen Oxidationskatalysator 90 beträgt mindestens 0,5 Meter. Die Wärmeverluste werden durch Isolierung der Komponenten minimiert. Wie bereits zur ersten und zweiten Ausführungsform ausgeführt, kann die Abgasnachbehandlungskomponente 34c den ersten Oxidationskatalysator der Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 umfassen, welche nun jedoch als Fahrzeug-Anlage ausgebildet ist. Die Abgasnachbehandlungskomponente 34b kann einen Partikelfilter, insbesondere Dieselpartikelfilter mit einer katalytischen Beschichtung aufweisen, welche für die SCR katalytisch wirksam ist. Die Abgasnachbehandlungskomponente 34a kann ein SCR-Katalysator sein oder seinen solchen SCR-Katalysator umfassen. Außerdem

kann die Abgasnachbehandlungseinrichtung 32 eine Abgasnachbehandlungskomponente 34d aufweisen, welche beispielsweise als Ammoniakschlupfkatalysator, insbesondere als Hybrid-Ammoniakschlupfkatalysator, ausgebildet sein kann.

[0057] Wie bereits bezüglich **Fig. 6** angedeutet, ist der Turbinenbypass 98 eine dem Turbinenrad 24 zugeordnete Umgehungsleitung, welche an einer neunten Verbindungsstelle und an einer zehnten Verbindungsstelle fluidisch mit der Abgasleitung 30 verbunden ist. Dabei ist die neunte Verbindungsstelle stromauf des Turbinenrads 24 angeordnet, während die zehnte Verbindungsstelle stromab des Turbinenrads 24 und beispielsweise stromauf des Oxidationskatalysators 90, insbesondere der Abgasklappe 44, angeordnet ist. Über die Umgehungsleitung (Turbinenbypass 98) kann zumindest ein Teil des Abgases das Turbinenrad 24 umgehen und somit nicht antreiben. Dabei ist in dem Turbinenbypass 98 ein Ventilelement 100 angeordnet, mittels welchem eine Menge des den Turbinenbypass 98 durchströmenden Abgases einstellbar ist. Hierdurch kann eine Leistung der Turbine bedarfsgerecht eingestellt werden. Der zuvor genannte Partikelfilter wird verwendet, um im Abgas enthaltene Partikel, insbesondere Rußpartikel, aus dem Abgas zu filtern. Mit zunehmender Beladung des Partikelfilters steigt ein durch den Partikelfilter bewirkter Abgasgegendruck. Um einen übermäßigen, durch den Partikelfilter bewirkten Abgasgegendruck zu vermeiden, wird eine Regeneration des Partikelfilters durchgeführt.

[0058] Insgesamt ist erkennbar, dass eine Kernidee die Verbesserung von Kaltstartemissionen betrifft, insbesondere durch schnellere Aufheizung der SCR-Katalysatoren. Eine leistungsfähigere, motorische Heiz- und Temperaturmaßnahme verbessert aber auch die Regeneration des Partikelfilters. Die Regenerationsphase wird kürzer und Regenerationsabbrüche sind nicht mehr so kritisch. Bei allen Konzepten, beziehungsweise Ausführungsformen kann entweder der beispielsweise als Dieseloxidationskatalysator ausgebildete Oxidationskatalysator oder der NSK (Stickoxid-Speicherkatalysator) vorgesehen sein, wobei die Auslegung abhängig vom Gesamtsystem und den Zielemissionen ist.

Bezugszeichenliste

		24	Turbinenrad
		26	Ladeluftkühler
		28	Drosselklappe
		30	Abgasleitung
		32	Abgasnachbehandlungseinrichtung
		34a-d	Abgasnachbehandlungskomponente
		36	Dosierelement
		38	Unterboden-Abgasnachbehandlungseinrichtung
		40	SCR-Katalysator
		42	Ammoniak-Schlupfkatalysator
		44	Abgasklappe
		46	Dosierelement
		48a-c	Dosiereinrichtung
		50	Abgasnachbehandlungseinrichtung
		52	Abgasrückführleitung
		54	Abgasrückführkühler
		56	Abgasrückführventil
		58	Abgasrückführeinrichtung
		60	Abgasrückführleitung
		62	Abgasrückführventil
		64	Abgasrückführkühler
		66	Umgehungseinrichtung
		68	Umgehungsleitung
		70	Umgehungsventil
		72	Mischbereich
		74	Schwenkachse
		76a, b	Anschlag
		78a,b	Anschlagfläche
		80a, b	Dichtfläche
		82	innenumfangsseitige Mantelfläche
		84	Abszisse
		86	Ordinate
		88	Ordinate
		90	Oxidationskatalysator
		92	Umgehungsleitung
		94	Ventilelement
		96	Pfeil
		98	Turbinenbypass
10	Verbrennungskraftmaschine		
12	Motorblock		
14	Zylinder		
16	Ansaugtrakt		
18	Abgasanlage		
20	Abgasturbolader		
22	Verdichterrad		

99	Diffusor
100	Ventilelement
A	Menge
B	Zeitspanne
C	Frequenz
AÖ	Auslassöffnung
AS	Auslassschließt
S	Strecke

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- DE 102011001596 A1 [0001]

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer von Abgas der Verbrennungskraftmaschine (10) durchströmbaren Abgasanlage (18), welche eine Abgasleitung (30) und wenigstens eine motornah in der Abgasleitung (30) angeordnete, katalytisch wirksame Abgasnachbehandlungseinrichtung (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasanlage (18) eine stromab der Abgasnachbehandlungseinrichtung (32) in der Abgasleitung (30) angeordnete Abgasklappe (44) aufweist, welche dazu ausgebildet ist, einen von dem Abgas durchströmbaren Strömungsquerschnitt der Abgasleitung (30) dicht zu verschließen und dadurch in einem Betrieb der Verbrennungskraftmaschine (10) in einem Leerlauf ohne Abgasrückführung einen Abgasgegendruck von mehr als 0,5 bar, insbesondere von mindestens 1,0 bar, in der Abgasleitung (30) zu erzeugen.

2. Verbrennungskraftmaschine (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasklappe (44) bearbeitete Dichtflächen (80a, b) aufweist.

3. Verbrennungskraftmaschine (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasklappe (44) in ihrem geschlossenen Zustand eine schräge Position in der Abgasleitung (30) einnimmt.

4. Verbrennungskraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasleitung (30) halbkreisförmige Anschläge (76a, b) mit dichtenden Anschlagflächen (78a, b) für die Abgasklappe (44) angeordnet sind.

5. Verbrennungskraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasanlage (18) eine getaktet betreibbare, insbesondere stromauf einer Turbine (24) der Abgasanlage (18) oder in einem Turbinenaustritt der Turbine (24) angeordnete, Dosiereinrichtung (48a-c) aufweist, mittels welcher unverbrannte Kohlenwasserstoffe in das Abgas einbringbar sind.

6. Verbrennungskraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung (32) einen Oxidationskatalysator (34c, 90) aufweist, wobei die Abgasanlage (18) eine Umgehungsleitung (92), über welche der Oxidationskatalysator (34c, 90) von zumindest einem Teil des die Abgasanlage (18) durchströmenden Abgases umgehbar ist, und eine in der Umgehungsleitung (92) angeordnete Umgehungs-klappe (94) aufweist,

mittels welcher eine Menge des die Umgehungsleitung (92) durchströmenden Abgases einstellbar ist.

7. Verbrennungskraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dichtschießende Abgasklappe (44) in einem Dosierbereich (72) einer Reduktionsmittel-Dosierstelle angeordnet ist, wobei die Reduktionsmittel-Dosierstelle stromauf einer Unterboden-SCR-Einrichtung (38) der Abgasanlage (18) angeordnet ist.

8. Verfahren zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für Abgastemperaturen, die geringer als eine Anspringttemperatur des Oxidationskatalysators (34c, 90) der Abgasnachbehandlungseinrichtung (32), insbesondere für Kaltstartphasen aber auch in einem Schubbetrieb, sind:

a) ein Ladungswechselbetrieb der Verbrennungskraftmaschine (10) eingestellt wird, wobei in dem Ladungswechselbetrieb die Abgasklappe (44) wechselweise während Ladungswechselvorgängen geschlossen und geöffnet wird; und
b) eine Zugabe von Kraftstoff in einer Nacheinspritzung oder über die Dosiereinrichtung (48a-c) erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Abgastemperaturen in der Unterboden-SCR-Einrichtung (38), die geringer als eine Anspringttemperatur der Unterboden-SCR-Einrichtung (38) sind und höher als die Anspringttemperatur des Oxidationskatalysators (34c, 90) sind, Kraftstoff und dadurch unverbrannte Kohlenwasserstoffe mittels der Dosiereinrichtung (48a-c) in das Abgas eingebracht werden, indem die Dosiereinrichtung (48a-c) getaktet betrieben wird, wobei die Taktung der Dosiereinrichtung (48a-c) in einem Takt von Auslassventilen der Verbrennungskraftmaschine (10) erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Abgastemperaturen in der Unterboden-SCR-Einrichtung (38), die größer als die Anspringttemperatur der Unterboden-SCR-Einrichtung (38) sind, die Abgasklappe (44) geöffnet ist, und die Umgehungs-klappe (94) so angesteuert wird, dass der Oxidationskatalysator (34c, 90) über die Umgehungsleitung (92) von Abgas umgangen wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

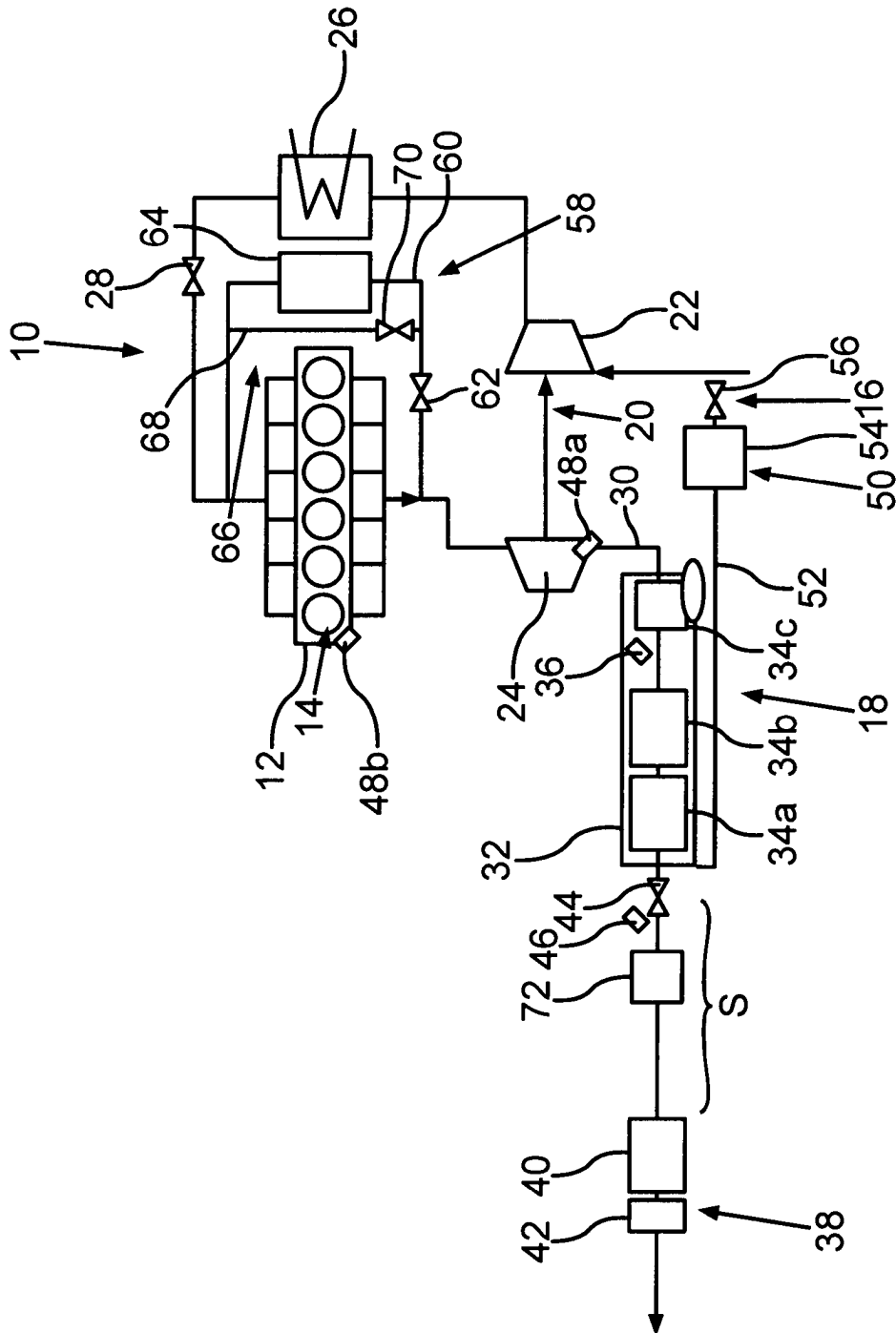


Fig.1

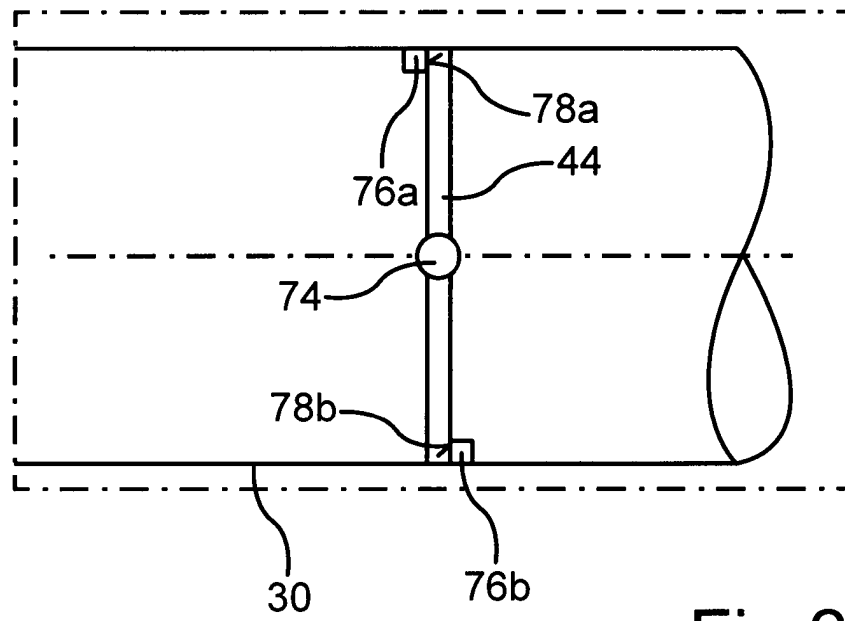


Fig.2

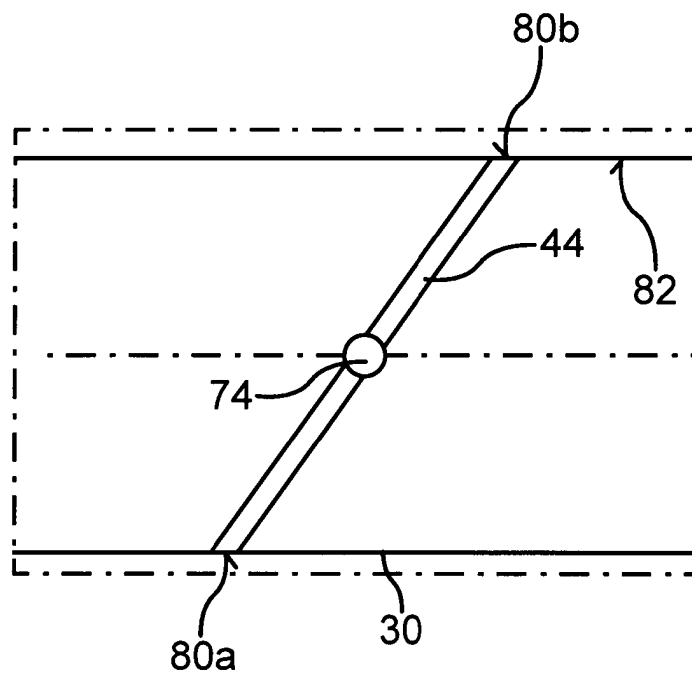


Fig.3

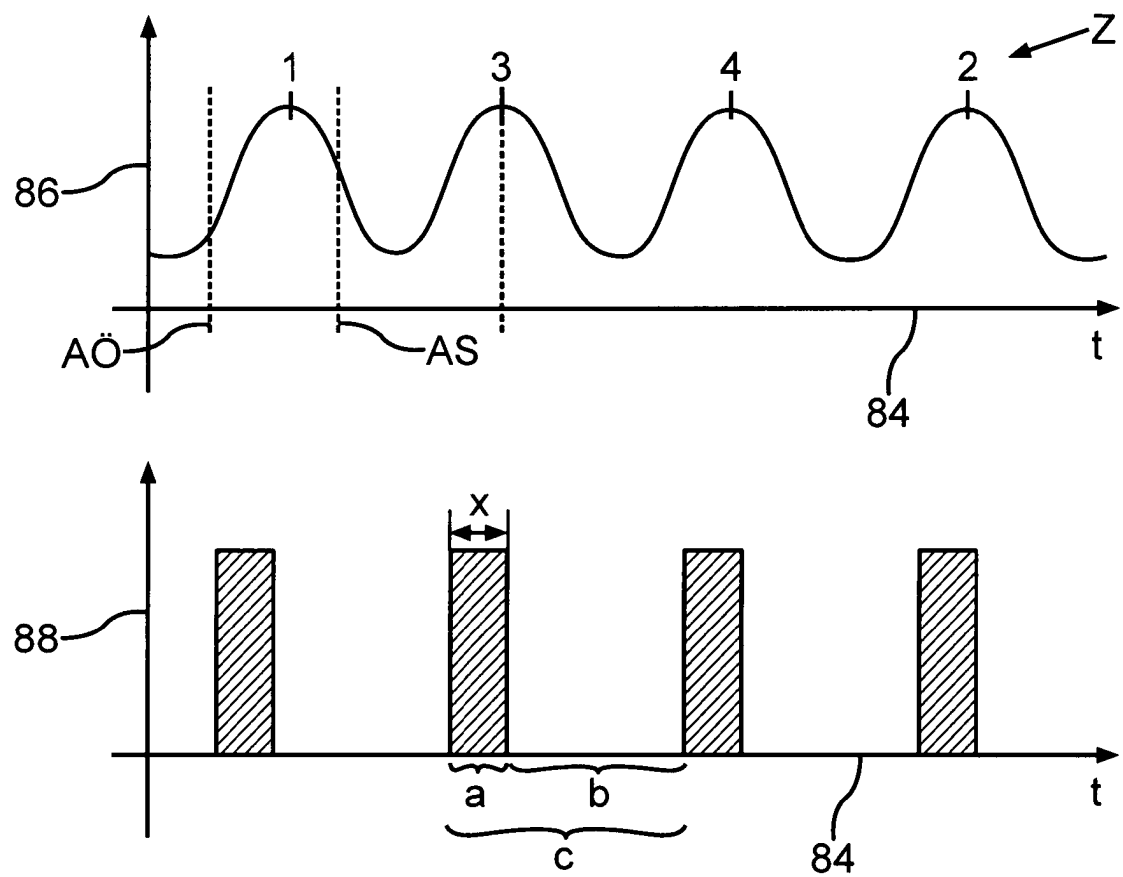


Fig.4

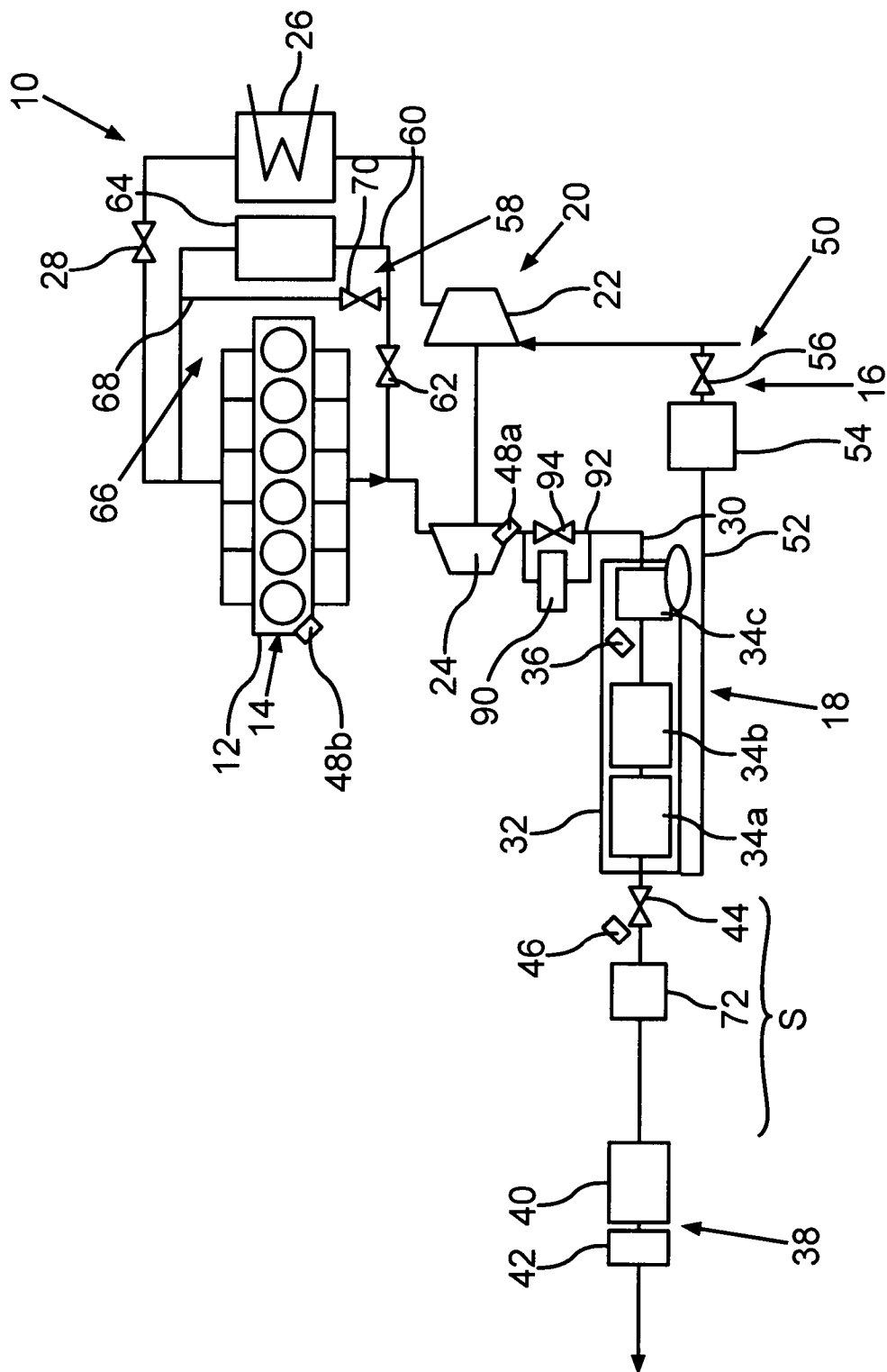


Fig. 5

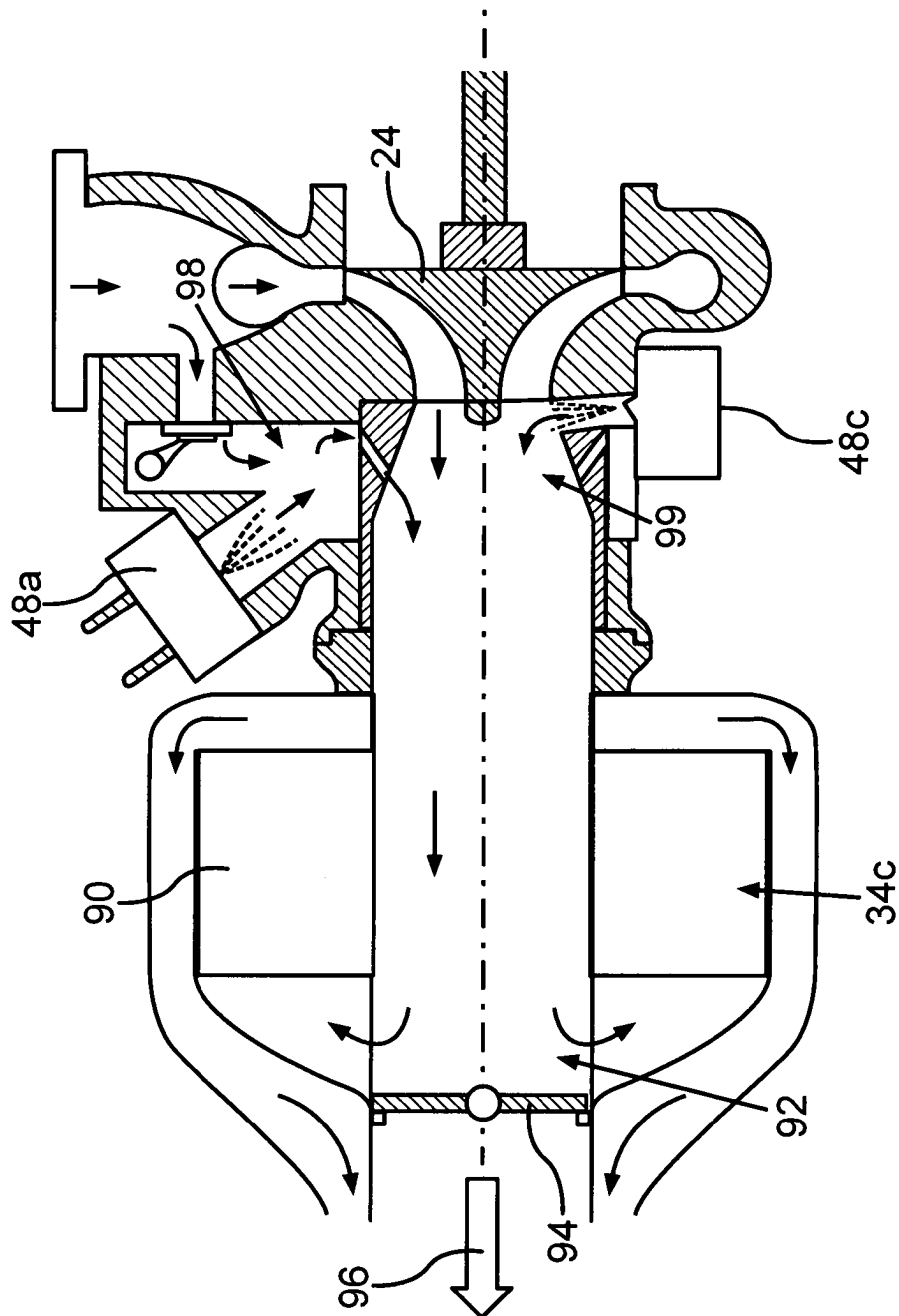


Fig.6

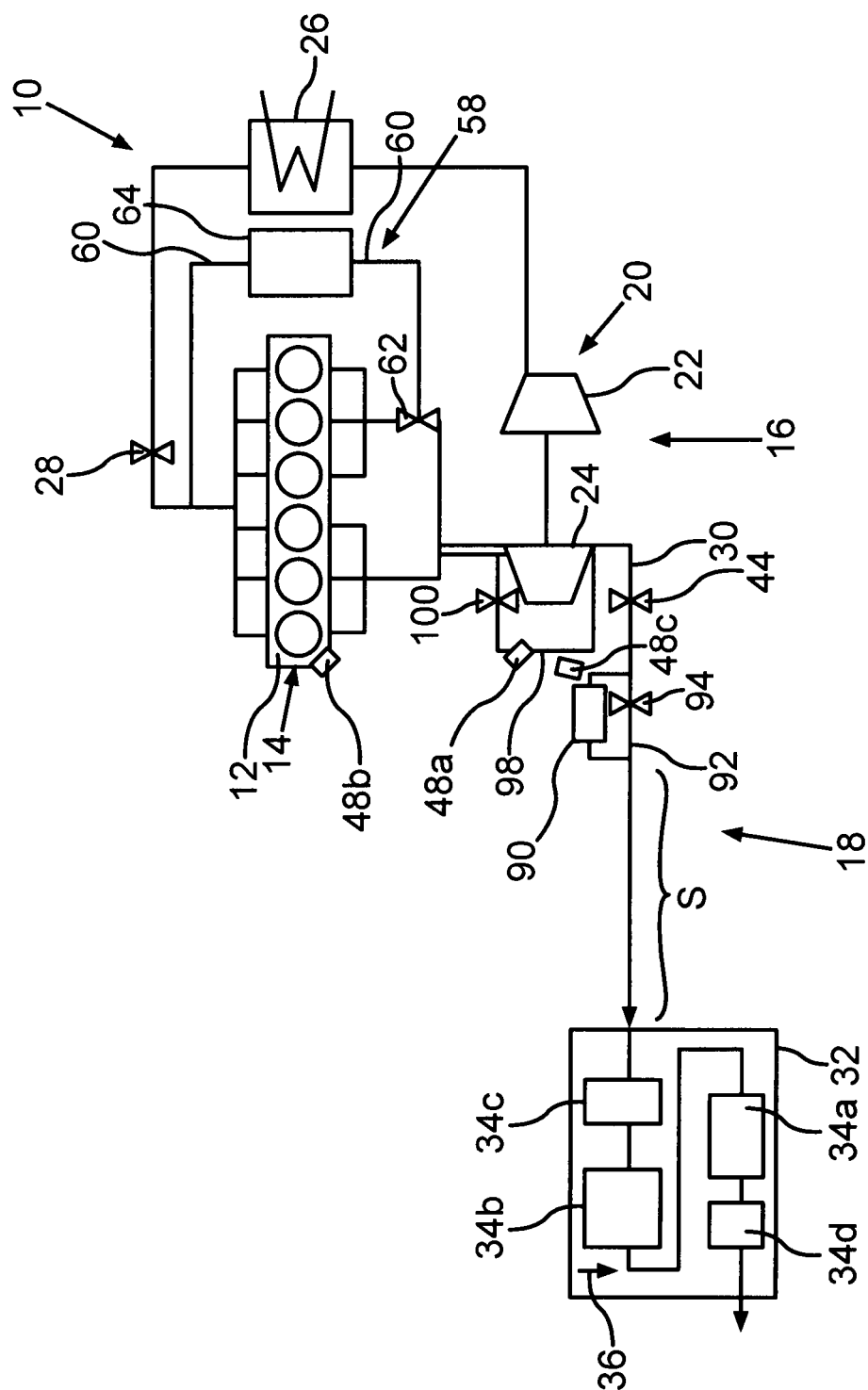


Fig. 7